

Escuela Politécnica Superior de Zamora

Trabajo Fin de Grado

**“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”**

Grado en Ingeniería Mecánica



Tutor:	Manuel López Calvo
Departamento:	Construcción y agronomía
Área:	Expresión Gráfica en la Ingeniería
Alumno:	Carlos Vaquero Rodríguez
Curso Académico:	2016-2017
Adjudicación:	Zamora, octubre 2016
Presentación:	Zamora, julio 2017



HOJA RESUMEN

Objeto:	Instalación de un centro de transformación y líneas de baja tensión subterráneas para dar suministro eléctrico a una urbanización.
Emplazamiento:	Polígono 3, parcela 1677, zona denominada EL TAMARAL, situada en el término municipal de QUIRUELAS DE VIDRIALES, provincia de Zamora.
Empresa distribuidora de la energía eléctrica:	IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U
Tensiones nominales de media y baja tensión:	13,2 kV – 400 V
Red de distribución Línea de alimentación Tensión Tipo de instalación Configuración	Línea Subterránea de media tensión 13,2 kV de “EL TAMARAL” 13,2 kV. Subterránea C.T. Edificio monobloque tipo caseta prefabricado.



Demanda de potencia	
Parcelas individuales	
Nº de parcelas	74
Tipo de electrificación	Electrificación elevada
Potencia unitaria	9.200 W
Coeficiente de simultaneidad	41,8
Potencia total	384.560 W
Edificio plurifamiliar 1	
Nº de viviendas	54
Tipo de electrificación	Básica
Potencia unitaria	5.750 W
Coeficiente de simultaneidad	31,8
Potencia de las viviendas	182.850 W
Potencias complementarias del edificio	131.748 W
Potencia total del edificio	314.598 W



Edificio plurifamiliar 2	
Nº de viviendas	24
Tipo de electrificación	Elevada
Potencia unitaria	9.200 W
Coeficiente de simultaneidad	16,8
Potencia de las viviendas	154.560 W
Potencias complementarias del edificio	120.848 W
Potencia total del edificio	275.408 W
Alumbrado público	
Potencia alumbrado	20 kW
Red subterránea de M.T.	
Tipo de cable	HEPRZ1 12/20 kV Unipolar
Sección del cable	240 mm ²
Material conductor	Aluminio
Origen de la derivación	Entronque subterráneo
Fin de la derivación	C.T.C. Tipo caseta
Longitud	150 m



Centro de transformación:	
Nº de centros	1 centro de nueva instalación
Tipo de centro	CT compacto de abonado en edificio prefabricado.
Aparamenta	2 cuadros de baja tensión
Transformadores	2 transformadores GEDELSA
Refrigeración	Aceite
Tensiones	13,2/20 kV – 400 V
Potencia nominal	2 x 630 kVA
Nº líneas de B.T.	10
Red subterránea de B.T.	
Tipo de cable	RV 0,6/1 kV Unipolar
Aislamiento	XLPE (Polietileno reticulado)
Sección del cable	3x240 mm ² para las líneas 1x150 mm ² para el neutro
Material conductor	Aluminio
Origen de las líneas	C.T. C. Tipo caseta
Final de las líneas	C.P.M. en las parcelas C. Contadores en los edificios
Nº de líneas	10
Longitud total de las líneas	1090 metros



RESUMEN PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
1	MEDIA TENSIÓN	14.225,00 €
2	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	43.640,00 €
3	BAJA TENSIÓN	102.249,00 €
4	GESTIÓN DE RESIDUOS	4.000,00 €
5	E.B. SEGURIDAD Y SALUD	1.600,00 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		165.714 €
6,00%	BENEFICIO INDUSTRIAL	9.942,84 €
13,00%	GASTOS GENERALES	21.542,82 €
	SUMA G.G. Y B.I.	31.485,66 €
21,00%	I.V.A	41.411,93 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		238.611,59 €

EL PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA ASCIENDE A DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS ONCE EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CENTIMOS.

Zamora, junio de 2017

El autor del Proyecto

Fdo.: Carlos Vaquero Rodríguez



1. Índice de documentos

1.1. Documento nº 1: Memoria

- ✓ Anexo nº 1: Cálculos
- ✓ Anexo nº 2: Estudio de seguridad y salud

1.2. Documento nº 2: Pliego de condiciones

1.3. Documento nº 3: Mediciones y presupuesto

1.4. Documento nº 4: Planos

1.5. Documento nº 5: Bibliografía



INDICE GENERAL

ÍNDICE: DOCUMENTO N° 1: MEMORIA

1. GENERALIDADES	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 OBJETO DEL PROYECTO	1
1.3 ALCANCE	2
1.4 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	3
1.5 TITULAR	3
1.6 BIENES Y AFECTADOS	3
1.7 EMPRESA SUMINISTRADORA	3
1.8 NORMATIVA LEGAL	4
1.9 ABREVIATURAS Y DEFINICIONES	6
1.10 REQUISITOS DE DISEÑO	8
1.10.1 DEMANDA DE POTENCIA	8
1.11 RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN	10
1.11.1 TIPOS DE TRAZADO	10
1.11.2 TRAZADO DE MEDIA TENSIÓN	10
1.11.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA LÍNEA	11
1.11.4 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACION DE MEDIA TENSIÓN ...	12
1.11.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS CANALIZACIONES DE MEDIA TENSIÓN ...	13
1.11.6 ARQUETAS	13



1.11.7 PROTECCIONES.....	14
1.12 CENTRO DE TRANSFORMACION.....	15
1.12.1 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO	15
1.12.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS	16
1.12.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES.....	17
1.12.4 CARACTERÍSTICAS DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN.....	18
1.12.5 CARACTERÍSTICAS DE LA PUESTA A TIERRA.....	19
1.13 RED DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN	21
1.13.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED	21
1.13.2 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR DE LAS LÍNEAS	21
1.13.3 CANALIZACIONES	21
1.13.4 ARQUETAS	22
1.13.5 TRAZADO	22
1.13.5.1 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1.....	22
1.13.5.2 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2.....	23
1.13.5.3 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 3.....	23
1.13.5.4 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 4.....	24
1.13.5.5 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 5.....	24
1.13.5.6 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 6.....	24
1.13.5.7 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 7.....	25
1.13.5.8 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 8.....	25



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

1.13.5.9 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 9.....	25
1.13.5.10 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 10.....	26



ANEXOS MEMORIA

- **1.1 Anexo 1: Cálculos**
- **1.2 Anexo 2: Estudio Básico de Seguridad y Salud**



- **ÍNDICE: DOCUMENTO N°1: Anexo n° 1 Cálculos**

1.1 CÁLCULOS DE LA DEMANDA DE POTENCIAS	1
1.1.1 POTENCIA DEL CONJUNTO DE PARCELAS IDIVIDUALES.....	1
1.1.2 POTENCIA DEL EDIFICIO PLURIFAMILAR 1	3
1.1.2.1 Potencia correspondiente a las viviendas:	3
1.1.2.2 Potencia correspondiente a los locales comerciales:.....	4
1.1.2.3 Potencia correspondiente al garaje:.....	5
1.1.2.4 Potencia correspondiente a los servicios generales del edificio:....	5
1.1.2.5 Potencia demandada por los portales:	6
1.1.2.6 Potencia demandada por las escaleras:	6
1.1.2.7 Potencia demandada por los ascensores:.....	7
1.1.2.8 Potencia total del edificio:.....	8
1.1.3 POTENCIA DEL EDIFICIO PLURIFAMILAR 2	8
1.1.3.1 Potencia correspondiente a las viviendas:	9
1.1.3.2 Potencia correspondiente a los locales comerciales:.....	10
1.1.3.3 Potencia correspondiente al garaje:.....	10
1.1.3.4 Potencia correspondiente a los servicios generales del edificio:..	11
1.1.3.5 Potencia demandada por los portales:	11
1.1.3.6 Potencia demandada por las escaleras:	12
1.1.3.7 Potencia demandada por los ascensores:.....	12
1.1.3.8 Potencia total del edificio:.....	13



1.1.4 POTENCIA DEL ALUMBRADO PÚBLICO	14
1.1.5 POTENCIA Y POTENCIA APARENTE TOTALES	14
1.2 CÁLCULOS DE RED DE MEDIA TENSIÓN	15
1.2.1 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR	15
1.2.2 CAÍDA DE TENSIÓN	17
1.2.3 PÉRDIDAS DE POTENCIA	27
1.3 CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	19
1.3.1 POTENCIA NECESARIA	19
1.3.2 INTENSIDAD PRIMARIA	19
1.3.3 INTENSIDAD SECUNDARIA	19
1.3.4 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO PRIMARIA	20
1.3.5 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO SECUNDARIA	20
1.4 CÁLCULOS DE LA RED DE BAJA TENSIÓN	21
1.4.1 POTENCIA MÁXIMA EN CADA LÍNEA	21
1.4.2 INTENSIDAD Y CAIDA DE TENSION EN CADA LINEA	23
1.4.2.1 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1	24
1.4.2.2 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2	25
1.4.2.3 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 3	26
1.4.2.4 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 4	27
1.4.2.5 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 5	28
1.4.2.6 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 6	29



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

1.4.2.7 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 7	30
1.4.2.8 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 8	31
1.4.2.9 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 9	32
1.4.2.10 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 10	33



- **ÍNDICE: DOCUMENTO N°1: Anexo nº 2**

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	1
2. ALCANCE DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	3
3. RIESGOS.....	4
3.1. RIESGOS GENERALES.....	4
3.2. RIESGOS PROFESIONALES	6
3.3. MAQUINARIA Y MEDIOS ESPECIALES	10
4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES	13
4.1. PROTECCIONES COLECTIVAS	13
4.1.1 Riesgos Generales	14
4.1.2 Riesgos Específicos.	15
4.2 PROTECCIONES INDIVIDUALES	23
5. INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES	24
6. RIESGOS EN EQUIPOS ELÉCTRICOS	25
7. PREVENCIÓN EN EQUIPOS ELÉCTRICOS.....	26
8. FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	29
9. ESTUDIO DE REVISIONES DE MANTENIMIENTO	30
10. DOCUMENTACIÓN EN OBRA.....	31
11. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN	32



- **ÍNDICE: DOCUMENTO N°2: PLIEGO DE CONDICIONES**

1. CONDICIONES GENERALES	1
1.1 OBJETO	1
1.2 DISPOSICIONES GENERALES	2
1.3 MATERIALES	3
1.4 EJECUCION DE OBRA	4
1.4.1 INICIO	4
1.4.2 PLAZO DE EJECUCION	4
1.4.3 LIBRO DE ÓRDENES Y ASISTENCIAS.....	4
1.5 INTERPRETACION Y DESARROLLO DEL PROYECTO	6
1.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS	7
1.7 MODIFICACIONES	7
1.8 OBRA DEFECTUOSA	8
1.9 MEDIOS AUXILIARES	8
1.10 CONSERVACION DE LA OBRA	8
1.11 RECEPCIÓN DE LA OBRA.....	9
1.11.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL	9
1.11.2 PERIODOS DE GARANTIA	10
1.11.3 RECEPCION DEFINITIVA	10
1.12 CONTRATACION DE LA EMPRESA	11
1.12.1 MODO DE CONTRATACION	11



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

1.12.2 PRESENTACION	11
1.12.3 SELECCION	11
1.12.4 FIANZA	11
2. CONDICIONES FACULTATIVAS	13
2.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN	13
2.2 PERSONAL	13
2.3 CALIDAD DE LOS MATERIALES	14
2.3.1 OBRA CIVIL	14
2.3.3 TRANSFORMADORES	15
2.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	16
2.5 RECONOCIMIENTO Y ENSAYOS PREVIOS	18
2.6 ENSAYOS	19
3. CONDICIONES ECONÓMICAS	21
3.1 ABONO DE LA OBRA	21
3.2 PRECIOS	21
3.3 REVISION DE PRECIOS	2
3.4 PENALIZACIONES	22
3.5 CONTRATO	22
3.6 RESPONSABILIDADES	22
3.7 RESCISION DE CONTRATO	23
3.8 LIQUIDACION EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO	24



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

4 CONDICIONES TÉCNICAS	25
4.1 OBRA CIVIL	25
4.1.1 MATERIALES	25
4.1.2 DESBROZADA Y LIMPIEZA DE LOS TERRENOS. DEFINICION....	25
4.1.3 EXCAVACIONES EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO	28
4.1.4 TERRAPLENES	30
4.1.5 EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ZANJAS Y POZOS	32
4.2 EQUIPOS ELECTRICOS	34
4.2.1 CONDICIONES GENERALES	34
4.2.2 CUADROS ELECTRICOS	38
4.2.3 ALUMBRADO GENERALIDADES.....	40
4.2.4 RED DE PUESTA A TIERRA	42
4.2.5 INSTALACIONES DE ACOMETIDAS	43
4.2.6 PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS	43
4.2.7 LAMPARAS DE SEÑALIZACION	43



• **ÍNDICE: DOCUMENTO N°3: MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

1. CUADROS DE PRECIOS

1.1 RED DE MEDIA TENSIÓN	1
1.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	2
1.3 RED DE BAJA TENSIÓN	4
1.4 GESTIÓN DE RESIDUOS	5
1.5 ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD	6

2. PRESUPUESTOS Y MEDICIONES

1.1 RED DE MEDIA TENSIÓN	7
1.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	8
1.3 RED DE BAJA TENSIÓN	10
1.4 GESTIÓN DE RESIDUOS	11
1.5 ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD	12

3. RESUMEN PRESUPUESTO.....



- **ÍNDICE: DOCUMENTO N°4: PLANOS**

PLANO 1: SITUACION Y EMPLAZAMIENTO	1
PLANO 2: RED DE MEDIA TENSIÓN	2
PLANO 3: DISTRIBUCION DE LA URBANIZACIÓN.....	3
PLANO 4: LINEAS DE DISTRIBUCION DE BAJA TENSION T1	4
PLANO 5: LINEAS DE DISTRIBUCION DE BAJA TENSION T2	5
PLANO 6: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	6
PLANO 7: ESQUEMA UNIFILAR C. T.....	7
PLANO 8: ARQUETAS.....	8
PLANO 9: CANALIZACIONES	9



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

• **ÍNDICE: DOCUMENTO N°5: BIBLIOGRAFÍA**

1.1 PROGRAMAS INFORMATICOS	1
1.2 LIBROS Y DOCUMENTACIÓN	1



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

DOCUMENTO N° 1: MEMORIA



INDICE GENERAL

ÍNDICE: DOCUMENTO N° 1: MEMORIA

1. GENERALIDADES	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 OBJETO DEL PROYECTO	1
1.3 ALCANCE	2
1.4 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	3
1.5 TITULAR	3
1.6 BIENES Y AFECTADOS	3
1.7 EMPRESA SUMINISTRADORA	3
1.8 NORMATIVA LEGAL	4
1.9 ABREVIATURAS Y DEFINICIONES	6
1.10 REQUISITOS DE DISEÑO	8
1.10.1 DEMANDA DE POTENCIA	8
1.11 RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN	10
1.11.1 TIPOS DE TRAZADO	10
1.11.2 TRAZADO DE MEDIA TENSIÓN	10
1.11.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA LÍNEA	11
1.11.4 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACION DE MEDIA TENSIÓN ...	12
1.11.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS CANALIZACIONES DE MEDIA TENSIÓN ...	13
1.11.6 ARQUETAS	13



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

1.11.7 PROTECCIONES.....	14
1.12 CENTRO DE TRANSFORMACION.....	15
1.12.1 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO	15
1.12.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS	16
1.12.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES.....	17
1.12.4 CARACTERÍSTICAS DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN.....	18
1.12.5 CARACTERÍSTICAS DE LA PUESTA A TIERRA.....	19
1.13 RED DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN	21
1.13.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED	21
1.13.2 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR DE LAS LÍNEAS	21
1.13.3 CANALIZACIONES	21
1.13.4 ARQUETAS	22
1.13.5 TRAZADO	22
1.13.5.1 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1.....	22
1.13.5.2 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2.....	23
1.13.5.3 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 3.....	23
1.13.5.4 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 4.....	24
1.13.5.5 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 5.....	24
1.13.5.6 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 6.....	24
1.13.5.7 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 7.....	25
1.13.5.8 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 8.....	25



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

1.13.5.9 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 9.....	25
1.13.5.10 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 10.....	26



1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Este proyecto ha sido realizado con el fin de presentarse como Proyecto Fin de Grado de la titulación Ingeniería Mecánica, de la Escuela Politécnica Superior de Zamora, Universidad de Salamanca.

El alumno CARLOS VAQUERO RODRIGUEZ con domicilio en Salamanca, procede a la realización del presente proyecto.

Este proyecto ha sido realizado bajo la supervisión del Profesor D. MANUEL LOPEZ CALVO, Profesor de la Universidad de Salamanca, del Departamento de Construcción y agronomía, Área Expresión Gráfica en la Ingeniería y tutor del presente proyecto.

1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto tiene como objetivos la descripción y justificación de la instalación eléctrica necesaria para el suministro de todas las viviendas que formarán la nueva urbanización.

En el presente proyecto se especificarán las condiciones técnicas, de ejecución y económicas necesarias, reuniendo las condiciones y garantías mínimas exigidas por la vigente normativa.

La superficie de la urbanización consta de 30.000 m² de superficie residencial.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

El proyecto consiste en electrificar 74 parcelas individuales, 2 edificios plurifamiliares de 24 y 54 viviendas con sus respectivos párquines subterráneos, una zona de parquin exterior y el alumbrado pública de las calles que forman la urbanización.

También se realizará el cálculo y dimensionado del centro de transformación, red de media tensión y red de baja tensión para garantizar la posible demanda de energía.

1.3 ALCANCE

Este proyecto se basa en el estudio y cálculos del trazado de la línea de media tensión, dimensionado del centro de transformación, dimensionado y trazado de la red de baja tensión y distribución de la red de alumbrado público.



1.4 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Dicho proyecto se llevará a cabo en la parcela situada en el polígono 3, parcela 1677, zona denominada EL TAMARAL, situada en el término municipal de QUIRUELAS DE VIDRIALES, provincia de Zamora, con una superficie de 288.450 m².

1.5 TITULAR

El titular de la parcela es el AYUNTAMIENTO DE QUIRUELAS DE VIDRIALES.

1.6 BIENES Y AFECTADOS

La relación de bienes y afectados no difiere con respecto al titular de la parcela y la empresa promotora de dicho proyecto.

1.7 EMPRESA SUMINISTRADORA

La empresa suministradora es IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.



1.8 NORMATIVA LEGAL

El presente proyecto se ha realizado teniendo en cuenta que los elementos utilizados, los cálculos que justifican su uso y la forma en que se debe realizar la obra de instalación de los mismos cumplen con las exigencias requeridas en las siguientes normas, reglamentos y decretos:

- Normativa de Iberdrola para instalaciones eléctricas derivadas de su red.
- Normas particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por el Real Decreto de 12-11-82.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2008, en el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a09.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IEE – Alumbrado Exterior (B.O.E. 12.8.78).
- Normas UNE 20.324 y UNE-EN 50.102 referentes a Cuadros de Protección, Medida y Control.
- Normas UNE-EN 60.598-2-3 y UNE-EN 60.598-2-5 referentes a luminarias y proyectores para alumbrado exterior.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, que regula las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas particulares y de normalización de la Compañía Suministradora de Energía Eléctrica: IBERDROLA.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio de 2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Recomendaciones UNESA.
- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.

Además de las normas de IBERDROLA existentes, normas UNE-EN y recomendaciones UNESA, se tendrán en cuenta las diferentes ordenanzas municipales y las condiciones impuestas por los organismos públicos afectados.



1.9 ABREVIATURAS Y DEFINICIONES

En este apartado del proyecto se definirán algunos términos que pueden aparecer a lo largo del mismo y ciertas abreviaturas que se utilizan para no repetir continuamente algunos términos.

Abreviaturas:

- AT: Alta tensión.
- BT: Baja tensión
- CGBT: Cuadro general de baja tensión.
- CGP: Caja general de protección.
- CDU: Caja de distribución urbana.
- CS: Caja de seccionamiento.
- CT: Centro de transformación
- HEPR: Etileno propileno.
- ITC: Instrucción técnica complementaria.
- LAT: Línea aérea de alta tensión.
- LSBT: Línea subterránea de baja tensión.
- LSMT: Línea subterránea de media tensión.
- MT: Media tensión.
- PAT: Punto de acceso a tierra.
- PE: Polietileno.
- PVC: Policloruro de vinilo.
- REBT: Reglamento electrotécnico de baja tensión.
- RLAT: Reglamento de líneas de alta tensión.
- Z1: Poliolefina.

Definiciones:

- Alta tensión (AT): Se considera alta tensión toda tensión nominal con un valor superior a 1 kV.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- **Aparamenta:** Equipo, aparato, o material previsto para ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de asegurar una o varias de las siguientes funciones: protección, control, seccionamiento o conexión
- **Canalización:** Conjunto formado por uno o más conductores eléctricos y todos los elementos necesarios para su protección y correcto funcionamiento.
- **Centro de transformación:** Edificación o instalación que contiene uno o más transformadores eléctricos encargados de reducir de alta tensión a baja tensión con la aparamenta y obra necesarias para su funcionamiento.
- **Circuito:** Conjunto de componentes eléctricos alimentados por una misma fuente de energía.
- **Conductor:** Parte de un cable que se encarga de conducir la corriente.
- **Conductor desnudo:** Elemento formado por varios alambres no asilados y cableados entre sí previsto para transportar la corriente eléctrica.
- **Conductor aislado:** Conjunto que comprende el conductor, su aislamiento y sus eventuales pantallas.
- **Conmutador:** Elemento utilizado para realizar una variación en las conexiones de un circuito.
- **Corte omnipolar:** Corte de todos los conductores activos de un mismo circuito.
- **Interruptor automático:** Aparato de conexión y control capaz de interrumpir la corriente cuando no se dan las condiciones corrientes de funcionamiento de la misma.
- **Tensión de servicio:** Es el valor de la tensión existente en un punto de una instalación durante su funcionamiento.
- **Tensión nominal:** Es el valor de la tensión para la que se ha diseñado una instalación.
- **Tierra:** Se define así a una conexión, ya sea intencional o accidental, mediante la cual un circuito se conecta a la tierra o a algún cuerpo conductor de dimensión relativamente grande cuyo potencial eléctrico sea cero. Tiene como objetivo mantener los voltajes del sistema dentro de límites razonables en caso de fallo, avería o derivación.



1.10 REQUISITOS DE DISEÑO

La parcela en la que será ubicada en la urbanización consta de una superficie total de 60.600 m^2 , tiene un total de 30 parcelas individuales de más de 250 m^2 , 30 parcelas individuales de más de 300 m^2 , 14 parcelas individuales de 200 m^2 , 2 edificios plurifamiliares de 4.140 m^2 y 3145 m^2 respectivamente y un parquin exterior de más de 900 m^2 .

La línea subterránea de media tensión de 13,2 kV está situada a unos m desde la situación actual hasta donde se conectará con el centro de transformación. En150 este caso se conectaría a la línea de media tensión existente en el Tamaral.

La red de distribución de baja tensión será subterránea hasta cada Caja de Distribución Urbana o Caja General de Protección aplicando las normativas aplicadas por IBERDROLA.

Sabemos con anterioridad que es posible conectar a la línea de 13,2 kV anteriormente mencionada ya que la compañía suministradora, IBERDROLA, nos permite la conexión, ya que la potencia prevista no sobrecargará la línea existente.

1.10.1 DEMANDA DE POTENCIA

Las parcelas individuales debido a su tamaño y al desconocimiento de la vivienda que se construirá en su interior, se diseñarán con un grado de electrificación elevada, es decir, con una potencia de 9.200 W , que después de aplicar el coeficiente de simultaneidad estipulado por la guía técnica de aplicación para instalaciones de enlace (ITC-BT-10) da como resultado una potencia total prevista de 384.560 W .

El primer edificio, el más grande, tendrá tres plantas aparte del bajo, y estará formado por 6 portales, con 3 viviendas por piso en cada uno (54 en total), todas ellas de electrificación básica. Contará con 3 locales comerciales en la planta baja, uno de 100 m^2 y los otros dos de 50 m^2 cada uno, garaje subterráneo con ventilación forzada de 800 m^2 , un ascensor de tipo ITA-3 en cada portal y los servicios generales propios



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

de cada uno de los portales y escaleras. Todo el conjunto del edificio tiene como resultado una potencia total prevista de algo menos de 315 kW.

El segundo edificio, más pequeño, contará también con tres plantas además del bajo, y estará formado por 4 portales, con 2 viviendas por piso en cada uno (24 en total), todas ellas de electrificación elevada. Contará con 2 locales comerciales en la planta baja, uno de 150 m² y otro de 200 m², garaje subterráneo con ventilación forzada de 1000 m², un ascensor de tipo ITA-3 en cada portal y los servicios generales propios de cada uno de los portales y escaleras. Todo el conjunto del edificio tiene como resultado una potencia total prevista de aproximadamente 275 kW.

Además de todas las viviendas y edificios, se debe tener en cuenta a la hora de calcular la demanda de potencia, el alumbrado público, que ha sido definido por el ayuntamiento que va a albergar la construcción de la urbanización, cuya demanda de potencia ha especificado como 20 kW, teniendo en cuenta el alumbrado de las distintas calles más el alumbrado del aparcamiento descubierto que se sitúa junto al edificio de menor superficie.

Teniendo en cuenta todas esas potencias a instalar, la demanda de potencia final del conjunto de la urbanización, y por tanto, necesaria en el centro de transformación, será de aproximadamente 995 kW.

Se espera que con la instalación de dos transformadores de potencia igual a 630 kVA cada uno, con un total por consiguiente de 1.260 kVA, se garantice el suministro de potencia a toda la instalación, cumpliendo las demandas de potencia así como las pérdidas de carga que ocasione la distribución de la misma.



1.11 RED DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN

1.11.1 TIPOS DE TRAZADO

-Trazado subterráneo:

Este tipo de trazado nos aporta mayor seguridad de aislamiento de la propia línea, disminuyendo también el posible mantenimiento y una mayor posibilidad de actuación en el espacio que abastece la línea, ya que una vez enterrada la línea se dispondrá de nuevo del terreno para cualquier actividad, exceptuando aquellas que necesiten de excavaciones a la profundidad del propio tendido eléctrico.

El trazado subterráneo tiene un importante coste, ya que los cables subterráneos son más complejos que los aéreos debido a su aislamiento, y el importe de las excavaciones con su respectiva maquinaria. Otro inconveniente es la reparación de averías o el mantenimiento, que hace necesario realizar de nuevo las excavaciones con su consiguiente nivel de riesgo.

-Trazado aéreo:

Este tipo de trazado es mucho más económico, pero se tiene la obligación de respetar las distancias mínimas de seguridad marcadas por el Reglamento de Alta Tensión y las normativas urbanísticas.

Por lo tanto esta opción es imposible de realizar por tratarse de una zona residencial, que obliga a canalizar todas las líneas eléctricas de forma subterránea.

1.11.2 TRAZADO DE MEDIA TENSIÓN

El origen del trazado será la línea de subterránea de media tensión existente en la urbanización el tamaral, junto a la urbanización cuya distribución se está definiendo, donde se prevé un trazado de 150 metros de zanja con sus correspondientes metros de cable transcurriendo por el Tamaral, haciendo entrada en el centro de transformación formado por dos transformadores de 630 kVA cada uno.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

Se realizará un empalme en la línea subterránea de media tensión a instalar.

Las canalizaciones se ejecutaran por terreno de dominio público, dentro del término municipal de Quiruelas de Vidriales y se evitaran ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud en aceras y fachadas de los edificios principales.

Una vez en el terreno de la urbanización a estudiar, el cruzamiento por la calzada de la Calle 8 se realizará mediante 2 tubos hormigonados, dejando uno de libre en previsión de futuras actuaciones.

Cuando aparezcan impedimentos que no permiten conseguir las profundidades definidas, se podrán reducir estos parámetros siempre y cuando se añadan protecciones mecánicas suficientes, tal como especifica el Decreto 120/92 y la Resolución TRI/301/2006.

1.11.3 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA LÍNEA

Anillo abierto con doble alimentación:

Tiene las mismas ventajas que el anillo abierto simple pero además permite alimentar a los Centros de Transformación desde cualquiera de las dos líneas básicas.

Permite la interconexión de los dos circuitos principales, permitiendo de este modo realizar movimientos de cargas de una a otra si las necesidades de servicio así lo requieran.

El inconveniente de este tipo de distribución es la necesidad de instalar una tercera celda de línea en dos de los centros de transformación.



1.11.4 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACION DE MEDIA TENSION

La red de media tensión objeto de estudio en este proyecto queda definida por una serie de características definidas por la red que dará suministro a la instalación, y su compañía suministradora, IBERDROLA.

La corriente será alterna y trifásica con una tensión nominal de 13200 Voltios con una frecuencia de 50 Hz.

El factor de potencia de la instalación será: $\cos \phi = 0,85$.

La red de media tensión tendrá su fin en el centro de transformación en caseta que se definirá más adelante.

Los cables a utilizar en redes subterráneas de media tensión deberán cumplir las características exigidas en la norma UNE-EN 620, según la cual los conductores serán compactos circulares de aluminio compuestos por distintos hilos de aluminio. El aluminio deberá ser de clase 2 conforme a la norma UNE 21022.

Todos los cables utilizados tendrán una capa de aislamiento de polietileno reticulado o XLPE, con un grosor medio mínimo de 8 milímetros.

En el caso de esta instalación el conductor utilizado es el HEPRZ1 12/20 kV con las siguientes características:

- Material conductor: Aluminio (Al) clase 2.
- Semiconductora interna: Capa de material semiconductor.
- Aislamiento: Polietileno Reticulado.
- Semiconductora externa: Capa de material semiconductor
- Pantalla metálica: Hilos de cobre de sección 25 mm².
- Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica, Z1.



- Para su identificación, cada cable debe llevar marcado de forma fácilmente legible su identificación, que incluirá la designación del cable, su fabricante y las dos últimas cifras del año en que fue fabricado. Este marcado estará grabado o marcado sobre la cubierta y con una separación entre marcas inferior a 30 centímetros.

1.11.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS CANALIZACIONES DE MEDIA TENSIÓN

La canalización por la que se llevará la línea de media tensión hasta el CTC estará compuesta por 3 tubos corrugado de diámetro interior igual a 160 mm, la profundidad mínima de colocación de los mismos será de 0,8 metros del terreno a la parte superior de los tubos, siendo la profundidad de la zanja 1 metro y la anchura será de 0,5 metros. La separación entre los tubos será de 0,25 metros, distancia que se tomará entre ejes de los mismos.

Se deberá señalar la presencia de los conductores mediante una cinta de aviso de riesgo eléctrico aproximadamente a 0,25 metros de profundidad y proteger los mismos con una placa de protección mecánica a 0,30 metros del fondo de la zanja.

Los tubos irán unidos de forma que queden ensamblados unos con otros en el sentido de trazado del cable evitando así rozamientos del material. Dichas uniones quedarán selladas con espuma ignífuga expansible.

1.11.6 ARQUETAS

Se colocarán arquetas de hormigón modulares prefabricadas que serán las mismas tanto para la red de media tensión como para la red de distribución posterior de baja tensión.

Sus características de tamaño y características se detallarán en el plano correspondiente.



1.11.7 PROTECCIONES

La red de media tensión objeto del proyecto deberá ser protegida contra sobreintensidades y contra sobrecargas.

Para la protección contra sobreintensidades, al comienzo de la instalación de la red que alimente los cables subterráneos, se colocarán interruptores automáticos cuyo funcionamiento corresponderá a las exigencias que presente el conjunto de la instalación y las propias del cable.

Para la protección contra sobrecargas no existe ningún elemento añadido, solamente se puede garantizar la vida útil del cable limitando las sobrecargas superiores al 25% a tiempos de duración inferiores a 1 hora y con un intervalo entre ellas superior a 6 horas.



1.12 CENTRO DE TRANSFORMACION

1.12.1 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO

Dadas las características de la instalación objeto de este proyecto, el centro de transformación será de tipo PFU edificio monobloque tipo caseta prefabricada de Ormazábal, de instalación en superficie y maniobra interior de hasta 36 Kv, en el que se instalarán dos transformadores de una potencia de 630 kVA y una relación de transformación de 13200/420 V.

Según la empresa fabricante Ormazábal, un centro de ese tipo tendrá la siguiente composición:

- Aparamenta de media tensión con aislamiento integral en gas: sistema CGMCOSMOS (hasta 24 kV).
- Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de Ormazábal.
- Hasta 2 Transformadores de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 36 kV y 1000 kVA de potencia unitaria.
- Aparamenta de BT: cuadro/s de baja tensión de hasta 8 salidas por cuadro.
- Interconexiones directas por cable MT y BT. • circuito de puesta a tierra.
- Circuito de alumbrado y servicios auxiliares.

En el caso de esta instalación se requerirá un modelo PFU-7 (3 Celdas o funciones de línea + 1 celda o función de protección con interruptor automático de vacío + 1 celda o función de mediada + 2 celdas o funciones de protección + 2 Transformadores + 2 Cuadros de baja tensión) con las siguientes dimensiones:

- Longitud: 8080 mm.
- Anchura: 2380 mm.
- Altura: 3250 mm.
- Altura vista: 2790 mm.
- Peso del edificio vacío: 29090 kg
- Dimensiones de la puerta de acceso peatonal: 900 x 2100 mm.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Dimensiones de la puerta de transformadores: 1260 x 2100 mm.

La acometida al centro será de tipo subterránea, alimentada de la red de media tensión antes definida a una tensión de 13,2 kV y una frecuencia de 50 Hz, características de la compañía suministradora IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA S.A.

En el exterior del centro de transformación habrá un punto de luz, cartel de primeros auxilios, cartel de riesgo eléctrico, información propia del centro además de todo el material exigido en materia de seguridad.

1.12.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS

Según la empresa suministradora, IBERDROLA, en su norma NI 50.42.11, define celda como el conjunto de aparataje eléctrica bajo envolvente metálica prefabricada, que constituye un único compartimento donde van emplazadas una o varias unidades funcionales.

Dentro de la misma norma IBERDROLA define unidad funcional como la parte o totalidad de la celda que comprende todos los elementos de los circuitos principales y auxiliares que contribuyen a la realización de una sola función, entre las cuales se distinguen dos tipos:

- Función de línea (L) cuando una celda se utiliza para la maniobra de entrada o salida de los cables que forman el circuito de alimentación de los centros de transformación. Contará con un interruptor-seleccionador y un seleccionador de puesta a tierra además de los correspondientes dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión.
- Función de protección (P) cuando una celda se utiliza para la ejecución de maniobras para la conexión y desconexión del transformador para su protección mediante un fusible limitador. Contará además con el resto de elementos igual que una celda con función de línea.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

En este centro de transformación se instalarán celdas modulares de aparrallaje de conexión SM6-24 de Schneider Electric, con envolvente metálica, interruptores automáticos fijos de corte en SF₆, interruptor seccionador, contactor y seccionador.

Las unidades funcionales tendrán las siguientes características:

- Intensidad asignada en función de línea: 400 A
- Intensidad asignada en función de protección: 200 A
- Intensidad asignada admisible de corta duración (1 s) 16 kA
- Valor de cresta de la I. Adm. de corta duración: 40 kA

Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de una cuba metálica estanca llena de hexafluoruro de azufre a una presión relativa de 0.1 bar sobre la presión atmosférica, sellada de por vida y acorde a la norma UNE-EN 62271-1.

Las conexiones de las celdas con el transformador se realizarán mediante cable de aluminio unipolar tipo HEPRZ1 de sección igual a 50 mm².

1.12.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES

Dentro del centro de transformación ya descrito, y para dar suministro a toda la urbanización en baja tensión, se instalarán dos transformadores de llenado integral en aceite de acuerdo a la normativa NI 72.30.00 de IBERDROLA, que cumplirán las siguientes características:

- Potencia: 630 kVA
- Tensión primaria: 13200 V
- Tensión secundaria: 420 V (B2)
- Grupo de conexión: Dyn 11
- Regulación: 13200/+2,5%/+5%/+7,5%/+10%
- Tensión de cortocircuito: 4%



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Nivel de ruido admisible: 67 dB

Además tendrá los siguientes accesorios:

- Dispositivo de llenado
- Llave de vaciado y toma de muestras
- Termómetro
- Conmutador de regulación

El transformador no llevará ruedas ya que una plataforma metálica hace de soporte de la unidad de aparamenta de MT.

La conexión entre los pasatapas de baja tensión del transformador y el cuadro de baja tensión se realizará mediante cable unipolar de aluminio con sección igual a 240 mm^2 con aislamiento tipo RV 0,6/1kV.

Los transformadores serán suministrados por la empresa TRANSFORMADORES GEDELSA, ya que el autor de este proyecto ha trabajado con ellos y sabe de primera mano que cumplirán perfectamente con las especificaciones indicadas, así como la normativa vigente, con un alto de calidad y garantía de funcionamiento.

1.12.4 CARACTERÍSTICAS DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN

El cuadro de baja tensión instalado a la salida de cada transformador estará basado en la normativa propia de IBERDROLA NI 50.44.02, y estará formado por un bastidor metálico en el que se instalarán las siguientes unidades funcionales:

- Embarrado: Formada por tres barras de fase y una de neutro que se encargan de distribuir la energía entrante de la acometida.
- Protección: Formada por 5 bases tripolares de apertura unipolar en carga de 400 A.
- Control: Formada por una caja de material aislante que conforma el conexionado de un interruptor magneto térmico de 6 A/20 kA de curva C, un



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

amperímetro, una base de enchufe bipolar de 10 A, un interruptor diferencial de 25 A/30 mA y un cable aislado de sección igual a 4 mm² de cobre libre de halógenos.

A continuación se detallan las características que debe cumplir cada una de las unidades funcionales de baja tensión:

- -Tensión asignada: 440 V
- Tensión soportada de corta duración: 10 kV
- Tensión soportada en impulsos tipo rayo: 20 kV
- Intensidad asignada: 1.000 A
- Intensidad de corta duración admisible (1s): 20 kA
- Intensidad de salida: 400 A
- Número de salidas: 5

1.12.5 CARACTERÍSTICAS DE LA PUESTA A TIERRA

Dentro del centro de transformación se deberán realizar tres tipos de conexiones a tierra, cada una por diferentes motivos y agrupando determinados elementos.

- Tierra de protección: Se deberá hacer este tipo de conexión a todos los elementos metálicos en el centro que no estén normalmente en tensión pero que puedan estarlo por condiciones circunstanciales como averías.
- Tierra de servicio: Se conectará de esta forma a tierra los neutros de cada uno de los transformadores y los circuitos de baja tensión del equipo de medida, las condiciones de esta tierra están calculadas y especificadas en su correspondiente anexo de cálculo.
- Tierra interior: Se conectará de forma que todos los elementos que deban estar conectados a tierra tengan continuidad eléctrica entre ellos. Se realizará con cable de cobre, desnudo en el caso de la tierra de protección y aislado en el caso de la tierra de servicio, de sección igual a 50 mm² formando un anillo que conecte todos los elementos con su final sujeto a las paredes mediante bridas de conexión y sujeción y conectado a una caja de seccionamiento.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

Ambas cajas de seccionamiento, la de protección y la de servicio, deberán estar separadas mínimo una distancia de 1 metro.



1.13 RED DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN

1.13.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED

La red de distribución de baja tensión objeto de este proyecto, tiene como función el abastecimiento eléctrico a todas y cada una de las parcelas y edificios de la urbanización, así como el alumbrado público, de forma subterránea.

Dicha red estará formada por diferentes líneas de distribución que tendrán su inicio en el centro de transformación y llegarán a las acometidas colocadas junto a las parcelas y edificios.

Cada línea deberá cumplir con unos requisitos máximos de caída de tensión e intensidad, que garanticen la integridad y funcionamiento de los cables y el resto de la instalación, todo ello calculado y detallado en su correspondiente apartado del anexo de cálculos.

1.13.2 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR DE LAS LÍNEAS

El conductor empleado para la distribución de las líneas será el RV 0,6/1 kV de sección igual a 240 mm² de aluminio para cada una de las tres fases y el RV 0,6/1 kV de sección igual a 150 mm² de aluminio para el neutro.

El cable contará con un aislante XLPE (polietileno reticulado) y una cubierta de PVC.

La longitud total necesaria de este conductor será la suma de todas las líneas de distribución.

1.13.3 CANALIZACIONES

La canalización de la red de distribución en baja tensión cumplirá las mismas condiciones que la de media tensión, teniendo así los mismos tres tubos PE



corrugados de 160 mm de diámetro a una profundidad mínima en su parte superior de 0,8 metros y dejando 0,25 metros de distancia entre sus respectivos ejes.

Las señalizaciones y dimensiones de la zanja coincidirán también con las de media tensión siempre que sea posible y en el caso de que no lo fuera se definirán en el pliego de condiciones las medidas a tomar.

1.13.4 ARQUETAS

Las arquetas a colocar serán de hormigón prefabricado, iguales a las ya mencionadas en la red de media tensión, por lo que ya quedan definidas en el correspondiente apartado.

1.13.5 TRAZADO

El trazado subterráneo de las líneas de baja tensión comprendidas en este proyecto se realizará cumpliendo las mismas condiciones que el de media tensión, siendo lo más recto posible y en paralelo a las aceras y edificios.

El origen del trazado estará en el centro de transformación a instalar en la parcela situada entre las calles 7 y 8.

Para equilibrar los transformadores, las salidas de cada transformador corresponden a las siguientes líneas:

Transformador 1: Líneas 1, 2, 3, 4 y 5, con una potencia aproximada de 470 kW.

Transformador 2: Líneas 6, 7, 8, 9 y 10, con una potencia aproximada de 525 kW.

1.13.5.1 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1

Esta línea de distribución alimentará a las 15 parcelas individuales situadas en la calle 2, con una potencia aproximada de 78 kW.



La línea sale del centro de transformación y recorre toda la calle 5, por la acera correspondiente a la zona de parcelas individuales, hasta su cruce con la calle 2, donde realiza su abastecimiento a las parcelas correspondientes.

La línea recorrerá la calle 2 entera por la acera correspondiente a las parcelas que va a abastecer, situándose una arqueta en la misma por cada dos parcelas, excepto en el caso de la última que solo abarcará a una parcela.

1.13.5.2 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2

Esta línea de distribución alimentará a las 15 parcelas individuales situadas en la acera izquierda de la calle 3, colindantes con las parcelas de la calle 2, con una potencia aproximada de 78 kW.

La línea sale del centro de transformación y recorre la calle 5, por la acera correspondiente a la zona de parcelas individuales, hasta su cruce con la calle 3, donde realiza su abastecimiento a las parcelas correspondientes.

La línea recorrerá la calle 3 hasta el final por la acera izquierda, correspondiente a las parcelas que va a abastecer, situándose una arqueta en la misma por cada dos parcelas, excepto en el caso de la última que solo abarcará a una parcela.

1.13.5.3 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 3

Esta línea de distribución alimentará a las 15 parcelas individuales situadas en la acera derecha de la calle 3, colindantes con las parcelas de la calle 4, con una potencia aproximada de 78 kW.

La línea sale del centro de transformación y recorre la calle 5, por la acera correspondiente a la zona de parcelas individuales, hasta su cruce con la calle 3, donde realiza su abastecimiento a las parcelas correspondientes.

La línea recorrerá la calle 3 hasta el final por la acera derecha, correspondiente a las parcelas que va a abastecer, situándose una arqueta en la misma por cada dos parcelas, excepto en el caso de la última que solo abarcará a una parcela.



1.13.5.4 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 4

Esta línea de distribución alimentará a las 29 parcelas individuales situadas en la calle 4, con una potencia aproximada de 151 kW.

La línea sale del centro de transformación y recorre la calle 5, por la acera correspondiente a la zona de parcelas individuales, hasta su cruce con la calle 4, donde realiza su abastecimiento a las parcelas correspondientes.

En el cruce de la calle 5 con la calle 4, la línea se dividirá en dos, una por cada acera de la calle 4, para abastecer así a las viviendas de los dos lados de la calle.

Una parte de la línea recorrerá la calle 4 hasta el final por la acera izquierda, correspondiente a las parcelas que va a abastecer, situándose una arqueta en la misma por cada dos parcelas, excepto en el caso de la última que solo abarcará a una parcela.

La otra parte de la línea recorrerá la calle 4 hasta el final por la acera derecha, correspondiente a las parcelas que va a abastecer, situándose una arqueta en la misma por cada dos parcelas.

1.13.5.5 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 5

Esta línea de distribución alimentará a una de las centralizaciones de contadores del edificio 1, situada al inicio de la calle 5, con una potencia aproximada de 85 kW.

La línea sale del centro de transformación y recorre la calle 5, por la acera correspondiente a la zona de edificios plurifamiliares, hasta la centralización de contadores.

1.13.5.6 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 6

Esta línea de distribución alimentará a una de las centralizaciones de contadores del edificio 1, situada casi en el cruce con la calle 6, con una potencia aproximada de 135 kW.



La línea sale del centro de transformación y recorre la calle 5, por la acera correspondiente a la zona de edificios plurifamiliares, hasta la centralización de contadores.

1.13.5.7 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 7

Esta línea de distribución alimentará a una de las centralizaciones de contadores del edificio 1, situada en la calle 6, con una potencia aproximada de 95 kW.

La línea sale del centro de transformación y recorre la calle 5, por la acera correspondiente a la zona de edificios plurifamiliares, hasta el cruce con la calle 6, a continuación baja por la calle 6 por la acera correspondiente al edificio 1 hasta la centralización de contadores.

1.13.5.8 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 8

Esta línea de distribución alimentará a una de las centralizaciones de contadores del edificio 2, situada en la calle 5, en la esquina del edificio, en el cruce con la calle 6, con una potencia aproximada de 138 kW.

La línea sale del centro de transformación y recorre la calle 5, por la acera correspondiente a la zona de edificios plurifamiliares, hasta la centralización de contadores.

1.13.5.9 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 9

Esta línea de distribución alimentará a una de las centralizaciones de contadores del edificio 2, situada en la calle 5, en la esquina del edificio, en el cruce con la calle 7, con una potencia aproximada de 138 kW.

La línea sale del centro de transformación y recorre la calle 5, por la acera correspondiente a la zona de edificios plurifamiliares, hasta la centralización de contadores.



1.13.5.10 TRAZADO DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 10

La línea de distribución número 10, se corresponde con la línea de distribución del alumbrado público, por lo que deberá recorrer toda la urbanización y alimentar a todos los puntos de luz necesarios, con una potencia de 20 kW.

Zamora, junio de 2017

El autor del Proyecto

Fdo.: Carlos Vaquero Rodríguez



DOCUMENTO N° 1: Anexo nº 1 Cálculos



- **ÍNDICE: DOCUMENTO N°1: Anexo n° 1 Cálculos**

1.1 CÁLCULOS DE LA DEMANDA DE POTENCIAS	1
1.1.1 POTENCIA DEL CONJUNTO DE PARCELAS IDIVIDUALES.....	1
1.1.2 POTENCIA DEL EDIFICIO PLURIFAMILAR 1	3
1.1.2.1 Potencia correspondiente a las viviendas:	3
1.1.2.2 Potencia correspondiente a los locales comerciales:.....	4
1.1.2.3 Potencia correspondiente al garaje:.....	5
1.1.2.4 Potencia correspondiente a los servicios generales del edificio:....	5
1.1.2.5 Potencia demandada por los portales:	6
1.1.2.6 Potencia demandada por las escaleras:	6
1.1.2.7 Potencia demandada por los ascensores:.....	7
1.1.2.8 Potencia total del edificio:.....	8
1.1.3 POTENCIA DEL EDIFICIO PLURIFAMILAR 2	8
1.1.3.1 Potencia correspondiente a las viviendas:	9
1.1.3.2 Potencia correspondiente a los locales comerciales:.....	10
1.1.3.3 Potencia correspondiente al garaje:.....	10
1.1.3.4 Potencia correspondiente a los servicios generales del edificio:..	11
1.1.3.5 Potencia demandada por los portales:	11
1.1.3.6 Potencia demandada por las escaleras:	12
1.1.3.7 Potencia demandada por los ascensores:.....	12
1.1.3.8 Potencia total del edificio:.....	13



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

1.1.4 POTENCIA DEL ALUMBRADO PÚBLICO	14
1.1.5 POTENCIA Y POTENCIA APARENTE TOTALES	14
1.2 CÁLCULOS DE RED DE MEDIA TENSIÓN	15
1.2.1 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR	15
1.2.2 CAÍDA DE TENSIÓN	17
1.2.3 PÉRDIDAS DE POTENCIA	27
1.3 CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	19
1.3.1 POTENCIA NECESARIA	19
1.3.2 INTENSIDAD PRIMARIA	19
1.3.3 INTENSIDAD SECUNDARIA	19
1.3.4 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO PRIMARIA	20
1.3.5 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO SECUNDARIA	20
1.4 CÁLCULOS DE LA RED DE BAJA TENSIÓN	21
1.4.1 POTENCIA MÁXIMA EN CADA LÍNEA	21
1.4.2 INTENSIDAD Y CAIDA DE TENSION EN CADA LINEA	23
1.4.2.1 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1	24
1.4.2.2 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2	25
1.4.2.3 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 3	26
1.4.2.4 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 4	27
1.4.2.5 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 5	28
1.4.2.6 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 6	29



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

1.4.2.7 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 7	30
1.4.2.8 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 8	31
1.4.2.9 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 9	32
1.4.2.10 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 10	33



1.ANEXO DE CÁLCULOS

1.1 CÁLCULOS DE LA DEMANDA DE POTENCIAS

La potencia total necesaria para la instalación de la urbanización, será determinada mediante la serie de cálculos descritos a continuación, todos ellos siguiendo las directrices indicadas en el REBT, en la ITC-BT-10.

Para el cálculo de potencia total se tendrán en cuenta las 74 parcelas individuales, los 2 edificios plurifamiliares y el alumbrado público.

1.1.1 POTENCIA DEL CONJUNTO DE PARCELAS INDIVIDUALES

Se necesita suministrar corriente eléctrica a un total de 74 parcelas individuales, destinadas a viviendas unifamiliares, que contarán con un grado de electrificación elevado, ya que se prevé que las viviendas alojadas en su interior tengan una superficie superior a 160 m^2 , garantizando así el uso de cualquier instalación que se instale en la misma.

Al tratarse de viviendas de electrificación elevada la potencia no será inferior a 9.200 W a 230 V, por lo que para el cálculo se tomará este valor.

La norma además indica que se debe reducir esta potencia mediante un coeficiente de simultaneidad según el número de viviendas, aplicando éste a la media de los valores de las potencias a instalar en cada vivienda.

En este caso como todas las viviendas tienen la misma potencia, solamente se tendrá que aplicar el coeficiente de simultaneidad a dicha potencia para obtener la potencia total prevista.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

El coeficiente de simultaneidad se obtiene de una tabla de valores, que se encuentra en la propia ITC-BT-10, en función del número de viviendas hasta un total de 21, a partir de 21 el coeficiente viene definido por la siguiente ecuación:

$$CS = 15,3 + (N - 21) \cdot 0,5$$

Carga total del conjunto de parcelas individuales:

$$P_T = P_{PI} \cdot CS$$

Siendo:

P_T : Potencia total (W).

P_{PI} : Potencia de una parcela individual.

CS : Coeficiente de simultaneidad.

N : Número total de viviendas.

Teniendo en cuenta los valores:

$$N = 74$$

$$P_{PI} = 9.200 \text{ W}$$

Se obtiene que:

$$CS = 41,8$$

$$P_T = 384.560 \text{ W}$$



1.1.2 POTENCIA DEL EDIFICIO PLURIFAMILAR 1

La carga total de un edificio destinado a viviendas, según la misma instrucción 10 del REBT, viene definida por la suma de varios componentes a tener en cuenta dentro del edificio:

Potencia de las viviendas, con su correspondiente CS.

Potencia de los locales comerciales que contenga el edificio.

Potencia de los servicios generales que tenga el edificio, que engloba los portales, escaleras, ascensor, y demás elementos de los que pueda disponer el edificio, como un grupo de presión, etc.

Potencia del garaje o garajes que formen parte del edificio, si los tuviera.

1.1.2.1 Potencia correspondiente a las viviendas:

La potencia a prever de las viviendas que contiene el edificio (54), se calculará de la misma manera que se ha calculado para las parcelas individuales, con la única diferencia, en el caso de este edificio, que las viviendas no cumplen con ninguna de las condiciones indicadas en la instrucción que estipulan la necesidad de instalar un grado de electrificación elevada. Por lo tanto la demanda de potencia de las mismas se corresponderá a un grado de electrificación básico, que no será inferior a 5.750 W a 230 V, por lo que se tomará ese valor para el cálculo.

Se deberá aplicar el mismo coeficiente de simultaneidad

$$CS = 15,3 + (N - 21) \cdot 0,5$$

Carga total del conjunto de viviendas contenidas en el edificio:

$$P_V = P \cdot CS$$

Siendo:

P_T : Potencia total (W).

P : Potencia de una vivienda.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

CS : Coeficiente de simultaneidad.

N : Número total de viviendas.

Teniendo en cuenta los valores:

$$N = 54$$

$$P = 5.750 \text{ W}$$

Se obtiene que:

$$CS = 31,8$$

$$P_V = 182.850 \text{ W}$$

1.1.2.2 Potencia correspondiente a los locales comerciales:

Este valor se calculará aplicando un valor de 100 W de potencia por cada metro cuadrado de superficie que disponga el local, no siendo el valor final nunca menor de 3.450 W a 320 V.

En el caso de los locales comerciales no se aplicará ningún coeficiente de simultaneidad, la potencia total será simplemente la suma de la potencia de cada uno.

En el caso de este edificio disponemos de tres locales comerciales:

$$\text{LC 1: } S_1 = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{LC 2: } S_2 = 50 \text{ m}^2$$

$$\text{LC 3: } S_3 = 50 \text{ m}^2$$

Como los tres locales tienen una superficie superior a 35 m², los tres superarán la potencia mínima de 3.450 W, por tanto se puede calcular la potencia total como la suma de sus superficies por los 100 W correspondientes a cada metro cuadrado:



$$P = (S1 + S2 + S3)(m^2) \cdot 100 W/m^2$$

Se obtiene que la potencia total de los locales comerciales es:

$$P = 20.000 W$$

1.1.2.3 Potencia correspondiente al garaje:

La demanda de potencia de un garaje se calculará considerando un valor mínimo de 10 W por cada metro cuadrado de superficie del mismo si posee ventilación natural, si la ventilación es de tipo forzada se considerará un valor mínimo de 20 W por cada metro cuadrado de superficie.

Se deberá considerar un mínimo de 3.450 W a 230 V y en caso de que hubiera varios garajes no se aplicará ningún coeficiente de simultaneidad.

En este caso se trata de un garaje de ventilación forzada de superficie (S) igual a 800 m², por lo que la demanda de potencia será:

$$P = S(m^2) \cdot 20 W/m^2$$

Se obtiene que la potencia necesaria prevista debido al garaje es;

$$P = 16.000 W$$

1.1.2.4 Potencia correspondiente a los servicios generales del edificio:

Dentro de los servicios generales, el edificio cuenta con tres elementos a los que suministrar potencia: portales, escaleras y ascensores.



1.1.2.5 Potencia demandada por los portales:

La potencia demandada por los portales se corresponderá a su alumbrado, y la instrucción nos indica que se aplicarán un valor de 15 W/m^2 si las lámparas son incandescentes y de 8 W/m^2 si son fluorescentes. Además, en el caso de los fluorescentes, se añadirá un coeficiente de seguridad para su arranque de 1,8.

En el caso que se está analizando el edificio cuenta con 6 (n) portales de una superficie (S) igual a 50 m^2 cada uno, alumbrados por lámparas fluorescentes, por lo que su demanda de potencia será:

$$P = 8 \text{ W/m}^2 \cdot S (\text{m}^2) \cdot 1,8 \cdot n$$

Se obtiene que la potencia necesaria debido a los portales es:

$$P = 4.320 \text{ W}$$

1.1.2.6 Potencia demandada por las escaleras:

La potencia demandada por las escaleras se corresponderá a su alumbrado, y la instrucción nos indica que se aplicarán un valor de 7 W/m^2 si las lámparas son incandescentes y de 4 W/m^2 si son fluorescentes. Además, en el caso de los fluorescentes, se añadirá un coeficiente de seguridad para su arranque de 1,8.

En el caso que se está analizando el edificio cuenta con 6 (n) escaleras de una superficie (S) igual a 40 m^2 cada uno, alumbrados por lámparas fluorescentes, por lo que su demanda de potencia será:

$$P = 4 \text{ W/m}^2 \cdot S (\text{m}^2) \cdot 1,8 \cdot n$$

Se obtiene que la potencia necesaria debido a las escaleras es:

$$P = 1.728 \text{ W}$$



1.1.2.7 Potencia demandada por los ascensores:

Para la previsión de demanda de los ascensores, la instrucción muestra una tabla con el tipo de ascensor y su correspondiente capacidad de carga, número de personas, velocidad y potencia.

En el caso del edificio que se está analizando se dispone de ascensores de tipo ITA-3, uno por cada uno de los 6 (n) portales, que se corresponden con los siguientes valores:

- Carga: 630 kg
- N° de personas: 8
- Velocidad: 1 m/s
- Potencia: 11,5 Kw

Además se debe tener en cuenta a modo de seguridad, un pico de tensión en su arranque, por lo que se calcularán con un coeficiente de seguridad de 1,3.

De este modo la potencia demandada debido a los ascensores en el edificio será:

$$P = n \cdot 11.500 W \cdot 1,3$$

Se obtiene que la potencia necesaria debido a los ascensores es:

$$P = 89.700 W$$

De esta manera podemos obtener la potencia total necesaria por los servicios generales como la suma de las potencias de estos tres elementos, obteniendo así una potencia total:

$$P = 89.700 W + 1.728 W + 4.320 W$$



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

$$P = 95.748 W$$

1.1.2.8 Potencia total del edificio:

Se corresponderá con la suma de potencias definidas anteriormente de todos los elementos que lo forman, siendo de esta manera:

$$P_T = P_V + P_{LC} + P_G + P_{SG}$$

Siendo:

P_T : Potencia total del edificio.

P_V : Potencia debida a las viviendas.

P_{LC} : Potencia debida a los locales comerciales.

P_G : Potencia debida al garaje.

P_{SG} : Potencia debida a los servicios generales.

Se obtiene así la potencia total prevista del edificio:

$$P_T = 182.850 W + 20.000 W + 16.000 W + 95.748 W$$

$$P_T = 314.598 W$$

1.1.3 POTENCIA DEL EDIFICIO PLURIFAMILAR 2

La carga total de un edificio destinado a viviendas, según la misma instrucción 10 del REBT, viene definida por la suma de varios componentes a tener en cuenta dentro del edificio:

Potencia de las viviendas, con su correspondiente CS.

Potencia de los locales comerciales que contenga el edificio.

Potencia de los servicios generales que tenga el edificio, que engloba los portales, escaleras, ascensor, y demás elementos de los que pueda disponer el edificio, como un grupo de presión, etc.

Potencia del garaje o garajes que formen parte del edificio, si los tuviera.



1.1.3.1 Potencia correspondiente a las viviendas:

La potencia a prever de las viviendas que contiene el edificio (24), se calculará de la misma manera que se ha calculado para las parcelas individuales, ya que en el caso de este edificio las viviendas sí que cumplen con alguna de las condiciones necesarias para instalar obligatoriamente electrificación elevada.

Se deberá aplicar el mismo coeficiente de simultaneidad

$$CS = 15,3 + (N - 21) \cdot 0,5$$

Carga total del conjunto de viviendas contenidas en el edificio:

$$P_V = P_{PI} \cdot CS$$

Siendo:

P_T : Potencia total (W).

P : Potencia de una vivienda.

CS : Coeficiente de simultaneidad.

N : Número total de viviendas.

Teniendo en cuenta los valores:

$$N = 24$$

$$P = 9.200 \text{ W}$$

Se obtiene que:

$$CS = 16,8$$

$$P_V = 154.560 \text{ W}$$



1.1.3.2 Potencia correspondiente a los locales comerciales:

Este valor se calculará aplicando un valor de 100 W de potencia por cada metro cuadrado de superficie que disponga el local, no siendo el valor final nunca menor de 3.450 W a 320 V.

En el caso de los locales comerciales no se aplicará ningún coeficiente de simultaneidad, la potencia total será simplemente la suma de la potencia de cada uno.

En el caso de este edificio disponemos de dos locales comerciales:

$$\text{LC 1: } S_1 = 200 \text{ m}^2$$

$$\text{LC 2: } S_2 = 150 \text{ m}^2$$

Como los dos locales tienen una superficie superior a 35 m², los tres superarán la potencia mínima de 3.450 W, por tanto se puede calcular la potencia total como la suma de sus superficies por los 100 W correspondientes a cada metro cuadrado:

$$P = (S_1 + S_2)(\text{m}^2) \cdot 100 \text{ W/m}^2$$

Se obtiene que la potencia total de los locales comerciales es:

$$P = 35.000 \text{ W}$$

1.1.3.3 Potencia correspondiente al garaje:

La demanda de potencia de un garaje se calculará considerando un valor mínimo de 10 W por cada metro cuadrado de superficie del mismo si posee ventilación natural, si la ventilación es de tipo forzada se considerará un valor mínimo de 20 W por cada metro cuadrado de superficie.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

Se deberá considerar un mínimo de 3.450 W a 230 V y en caso de que hubiera varios garajes no se aplicará ningún coeficiente de simultaneidad.

En este caso se trata de un garaje de ventilación forzada de superficie (S) igual a 1000 m², por lo que la demanda de potencia será:

$$P = S(m^2) \cdot 20 W/m^2$$

Se obtiene que la potencia necesaria prevista debido al garaje es;

$$P = 20.000 W$$

1.1.3.4 Potencia correspondiente a los servicios generales del edificio:

Dentro de los servicios generales, el edificio cuenta con tres elementos a los que suministrar potencia: portales, escaleras y ascensores.

1.1.3.5 Potencia demandada por los portales:

La potencia demandada por los portales se corresponderá a su alumbrado, y la instrucción nos indica que se aplicarán un valor de 15 W/m² si las lámparas son incandescentes y de 8 W/m² si son fluorescentes. Además, en el caso de los fluorescentes, se añadirá un coeficiente de seguridad para su arranque de 1,8.

En el caso que se está analizando el edificio cuenta con 4 (n) portales de una superficie (S) igual a 80 m² cada uno, alumbrados por lámparas fluorescentes, por lo que su demanda de potencia será:

$$P = 8 W/m^2 \cdot S (m^2) \cdot 1,8 \cdot n$$



Se obtiene que la potencia necesaria debido a los portales es:

$$P = 4.608 \text{ W}$$

1.1.3.6 Potencia demandada por las escaleras:

La potencia demandada por las escaleras se corresponderá a su alumbrado, y la instrucción nos indica que se aplicarán un valor de 7 W/m^2 si las lámparas son incandescentes y de 4 W/m^2 si son fluorescentes. Además, en el caso de los fluorescentes, se añadirá un coeficiente de seguridad para su arranque de 1,8.

En el caso que se está analizando el edificio cuenta con 4 (n) escaleras de una superficie (S) igual a 50 m^2 cada uno, alumbrados por lámparas fluorescentes, por lo que su demanda de potencia será:

$$P = 4 \text{ W/m}^2 \cdot S (\text{m}^2) \cdot 1,8 \cdot n$$

Se obtiene que la potencia necesaria debido a los portales es:

$$P = 1.440 \text{ W}$$

1.1.3.7 Potencia demandada por los ascensores:

Para la previsión de demanda de los ascensores, la instrucción muestra una tabla con el tipo de ascensor y su correspondiente capacidad de carga, número de personas, velocidad y potencia.

En el caso del edificio que se está analizando se dispone de ascensores de tipo ITA-3, uno por cada uno de los 4 (n) portales, que se corresponden con los siguientes valores:

- Carga: 630 kg
- N° de personas: 8
- Velocidad: 1 m/s
- Potencia: 11,5 kW



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

Además se debe tener en cuenta a modo de seguridad, un pico de tensión en su arranque, por lo que se calcularán con un coeficiente de seguridad de 1,3.

De este modo la potencia demandada debido a los ascensores en el edificio será:

$$P = n \cdot 11.500 \text{ W} \cdot 1,3$$

Se obtiene que la potencia necesaria debido a los ascensores es:

$$P = 59.800 \text{ W}$$

De esta manera podemos obtener la potencia total necesaria por los servicios generales como la suma de las potencias de estos tres elementos, obteniendo así una potencia total:

$$P = 59.800 \text{ W} + 1.440 \text{ W} + 4.608 \text{ W}$$

$$P = 65.848 \text{ W}$$

1.1.3.8 Potencia total del edificio:

Se corresponderá con la suma de potencias definidas anteriormente de todos los elementos que lo forman, siendo de esta manera:

$$P_T = P_V + P_{LC} + P_G + P_{SG}$$

Siendo:

P_T : Potencia total del edificio.

P_V : Potencia debida a las viviendas.

P_{LC} : Potencia debida a los locales comerciales.

P_G : Potencia debida al garaje.

P_{SG} : Potencia debida a los servicios generales.



Se obtiene así la potencia total prevista del edificio:

$$P_T = 154.560 W + 35.000 W + 20.000 W + 65.848 W$$

$$P_T = 275.408 W$$

1.1.4 POTENCIA DEL ALUMBRADO PÚBLICO

La potencia del alumbrado público ha sido definida por el Ayuntamiento que va a proceder a su instalación, por lo que no será necesario ningún cálculo, simplemente tomaremos en cuenta ese dato para calcular el total necesario a instalar en el centro de transformación:

$$P_A = 20.000 W$$

1.1.5 POTENCIA Y POTENCIA APARENTE TOTALES

Una vez definidas todas las demandas de consumo presentes en la urbanización se procede al cálculo de potencia total a instalar, que será la suma de todas las demandas calculadas anteriormente:

$$P_T = 384.560 W + 314.598 W + 275.408 W + 20.000 W$$

$$P_T = 994.556 W$$

La potencia aparente a instalar, y por tanto la necesaria a instalar en los transformadores del centro, corresponderá a este valor de potencia total demandada, una vez aplicado sobre el mismo el factor de potencia de la instalación:

$$S_T = \frac{P_T}{\cos\varphi} = \frac{994.556}{0,85} = 1.170.078 VA$$



1.2 CÁLCULOS DE RED DE MEDIA TENSIÓN

1.2.1 CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTOR

Para la correcta elección del cable conductor a instalar en la línea, se debe tener en cuenta que debe aguantar correctamente toda la potencia, tensión e intensidad que va a circular por él, por lo que se necesitan conocer esos tres datos en el caso de la situación más desfavorable, es decir, con el centro de transformación funcionando a máxima potencia.

-Potencia (S): Corresponde a la potencia del centro de transformación, que en este caso está compuesto de dos transformadores de 630 kVA, por lo que el conductor deberá aguantar un total de 1.260 kVA.

-Tensión (V): Corresponde a la intensidad de la línea suministrada por IBERDROLA, que se trata de 13,2 kV.

-Intensidad: La intensidad que circulará por el conductor, viene delimitada por los dos valores anteriores, y se obtiene con un breve cálculo:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

De esta forma se obtiene que por la instalación circulará una intensidad:

$$I = 55,11 \text{ A}$$

Sabemos que el cable de 250 mm² de aluminio que se pretende instalar tiene una intensidad máxima admisible de 410 A, dato que se obtiene del fabricante o bien de tablas contenidas en la norma para estos valores.

Podemos obtener con ese dato la potencia máxima que puede circular por el conductor, en caso de que se realice una ampliación del centro de transformación:



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_{max} \cdot \cos\varphi$$

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot 13,2 \cdot 410 \cdot 0,85 = 7.967,8 \text{ kW}$$

Se deberá comprobar también que la sección del conductor es suficiente para aguantar la intensidad de cortocircuito que se pueda producir.

La compañía suministradora de la red eléctrica, IBERDROLA, especifica que la potencia de cortocircuito (S_{cc}) para este tipo de línea es de 500 MVA, a la tensión de servicio (V) de 13,2 kV.

La intensidad de cortocircuito (I_{cc}) producida por esa potencia de cortocircuito se calcula de la siguiente forma:

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot V}$$

De la que obtenemos el valor de intensidad de cortocircuito:

$$I_{cc} = 21,87 \text{ kA}$$

La sección del cable necesaria para aguantar dicha intensidad viene determinada por la siguiente ecuación:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t} = K \cdot s$$

Siendo

t: el tiempo que dura el cortocircuito, que tomaremos como 0,5 segundos.

s: sección del conductor en mm^2

K : constante definida según norma UNE 20435 con un valor de 93



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

De esa ecuación se obtiene la sección mínima que debe tener el conductor para aguantar dicho cortocircuito, que será:

$$S = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K} = \frac{21870 \text{ A} \cdot \sqrt{0,5}}{93} = 166,3 \text{ mm}^2$$

Con esto se comprueba que la sección elegida soporta perfectamente las condiciones que se puedan producir.

1.2.2 CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión que se producirá en la línea de media tensión objeto de estudio será muy baja puesto que la distancia de la misma es poca.

La norma indica que esta caída de tensión (e) debe calcularse en función de la resistencia (R) del conductor a la temperatura de 50 grados y de su reactancia (X) en forma de momento eléctrico, según su longitud (L), con la siguiente fórmula:

$$e(\%) = 100 \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L}{V} (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Se conocen los siguientes datos para realizar el cálculo según el conductor instalado:

- $I = 55,11 \text{ A}$
- $V = 13.200 \text{ V}$
- $L = 0.150 \text{ km}$
- $R = 0,140 \text{ } \Omega/\text{km}$
- $X = 0,101$
- $\cos \varphi = 0,85$

Se obtiene como resultado una caída de tensión en la línea de media tensión



de:

$$e = 0,02 \%$$

1.2.3 PÉRDIDAS DE POTENCIA

La pérdida de potencia en una línea trifásica como la que estamos analizando viene definida por la siguiente expresión:

$$P_p = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

Se conocen los siguientes datos para realizar este cálculo:

$$R = 0,140 \, \Omega/\text{km}$$

$$L = 0,150 \, \text{km}$$

$$I = 55,11 \, \text{A}$$

Por lo tanto se obtiene del cálculo unas pérdidas de potencia:

$$P_p = 3,5 \, \text{W}$$



1.3 CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.3.1 POTENCIA NECESARIA

La potencia necesaria a instalar en el centro de transformación no es otra que la demandada por los elementos y líneas a los que va a alimentar, por lo que solo es necesario expresar dicha potencia en forma de potencia aparente (S):

$$S = \frac{P}{\cos\varphi}$$

Como resultado se obtiene una potencia aparente necesaria:

$$S = \frac{994,556 \text{ kW}}{0,85} = 1.170 \text{ kVA}$$

La previsión de instalar dos transformadores de 630 kVA, nos da una potencia total de 1.260 kVA, lo que satisface la demanda.

1.3.2 INTENSIDAD PRIMARIA

La intensidad primaria de un transformador se entiende como la intensidad de la red de media tensión que llega al primario del transformador, y está definida por la siguiente expresión:

$$I_P = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_P}$$

Sabiendo que la tensión del primario de los transformadores proviene de la red de media tensión (V_P) de 13,2 kV y que la potencia (S) de cada uno es 630 kVA, se puede obtener que la intensidad en el primario será:

$$I_P = 27,55 \text{ A}$$

1.3.3 INTENSIDAD SECUNDARIA

La intensidad secundaria de un transformador se entiende como la intensidad que sale del secundario del transformador y abastece la red de baja tensión, y está definida por la siguiente expresión:

$$I_S = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_S}$$



Sabiendo que la tensión del secundario de los transformadores corresponde a la red de baja tensión (V_S) de 400 V y que la potencia (S) de cada uno es 630 kVA, se puede obtener que la intensidad en el primario será:

$$I_s = 909,3 \text{ A}$$

1.3.4 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO PRIMARIA

La corriente de cortocircuito primaria se corresponde con la intensidad de cortocircuito en el primario de los transformadores, es decir, que será la intensidad de cortocircuito correspondiente a la línea de media tensión que lo abastece, por lo tanto no se necesita ningún cálculo para averiguarla.

Se conoce debido a cálculos anteriormente realizados que la intensidad de corriente de cortocircuito primaria será:

$$I_{CCP} = 21,87 \text{ kA}$$

1.3.5 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO SECUNDARIA

La corriente de cortocircuito secundaria se corresponde con la intensidad de cortocircuito en el secundario de los transformadores, por lo que la potencia de cortocircuito disponible será la potencia máxima del transformador, y se podrá calcular en función de la tensión de cortocircuito teórica de cada transformador:

$$I_{CCS} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{CC}} \cdot \frac{100}{V_S}$$



Sabiendo que la tensión de cortocircuito del transformador (V_{CC}) viene dada por el fabricante de acuerdo a la norma como un 6%, que la potencia (S) del mismo son 630 kVA a una tensión de salida de 400 V (V_S) se obtiene una tensión de cortocircuito secundaria:

$$I_{CCS} = 15,2 \text{ kA}$$

1.4 CÁLCULOS DE LA RED DE BAJA TENSIÓN

La red de baja tensión estará formada por las diferentes líneas de baja tensión que salen de los cuadros de baja tensión de los transformadores instalados y definidos anteriormente. Todas ellas serán líneas trifásicas de 400 V de tensión entre fases y 230 V entre cada fase y el neutro.

Se ha determinado, en función de la potencia a distribuir y las características del tipo de instalación, que la mejor opción para las líneas es instalar conductores de 240 mm² de sección para cada una de las líneas y conductores de 150 mm² para los neutros, cumpliendo así las condiciones exigidas por la compañía suministradora, IBERDROLA.

A continuación se expondrán los cálculos realizados para comprobar que la línea de baja tensión cumple todos los requisitos para garantizar el suministro eléctrico de la urbanización además de cumplir todos los requisitos de seguridad.

1.4.1 POTENCIA MÁXIMA EN CADA LÍNEA

Cada línea de baja tensión instalada, deberá cumplir unas condiciones de seguridad y funcionamiento determinadas, y para asegurar el correcto funcionamiento del conductor, es posible calcular la potencia máxima a distribuir en cada línea que garantice que la intensidad máxima admisible del conductor no será superada.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

El REBT, en la ITC-BT-07, muestra varias tablas con la intensidad máxima admisible de los cables en función del material de los conductores, la forma de instalación, el tipo de aislamiento y la sección del conductor.

En el caso de la instalación que se está calculando, las características de los cables son las siguientes:

- Material de los conductores: Aluminio
- Forma de instalación: Terma de cables unipolares en paralelo
- Tipo de aislamiento: XLPE (Polietileno reticulado)
- Sección del conductor: 240 mm^2

Con estos datos, se obtiene de la tabla correspondiente al aluminio que la intensidad máxima admisible de nuestro conductor será:

$$I_{MAX} = 430 \text{ A}$$

Dentro la misma instrucción (ITC-BT-07), en el apartado 3.1.3, se indica que se debe aplicar un factor de corrección a esa intensidad máxima de 0,8 por seguridad.

$$I_{MAX} = 430 \text{ A} \cdot 0,8 = 344 \text{ A}$$

De este modo, una vez conocida la intensidad máxima admisible por el conductor, se puede calcular de forma sencilla la potencia máxima admisible que podrá circular por el mismo:

$$P_{MAX} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_{MAX} \cdot \cos\varphi$$

Sabiendo que los datos correspondientes a las líneas serán:

$$V = 400 \text{ V}$$



$$\cos \varphi = 0,85$$

$$P_{MAX} = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 344 \text{ A} \cdot 0.85$$

$$P_{MAX} = 202.058 \text{ W}$$

1.4.2 INTENSIDAD Y CAIDA DE TENSION EN CADA LINEA

Para el correcto funcionamiento de cada línea, se debe comprobar que cumple las condiciones de intensidad y caída de tensión exigidas por la norma.

Intensidad:

La intensidad en cada línea, no deberá ser superior a la admitida por el cable después del coeficiente de reducción, correspondiente a 344 A.

Caída de tensión (ΔV):

El REBT, en su instrucción ITC-BT-09, expone que la caída de tensión en las acometidas de enlace debe ser menor del 1,5% de la tensión nominal (400 V) desde la caja de protección y mediad del centro de transformación hasta los contadores de la vivienda, distinguiendo entre dos posibles casos:

- Contadores para un único usuario, como es el caso de las parcelas individuales, en la que la caída de tensión corresponde a ese 1,5% entre la CPM y los contadores de la vivienda.
- Existencia de varias centralizaciones de contadores, es decir, el caso de los edificios unifamiliares, que deben realizar una derivación individual interna, desde la centralización de contadores hasta cada vivienda. En este caso, la caída de tensión de la red de baja tensión hasta la centralización de contadores será solamente del 1%, ya que el 0,5% restante corresponde a la caída de tensión de la derivación individual.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

En la urbanización del proyecto cuyas líneas se está comprobando, se da el primer caso en las líneas 1, 2, 3 y 4, que abastecen a las parcelas individuales, permitiéndose en ellas una caída de tensión de hasta 6 V (1,5% de 400 V)..

Las líneas 5, 6, 7, 8 y 9, correspondientes a las diferentes centralizaciones de contadores de los edificios plurifamiliares, la caída de tensión permitida en la línea de distribución será tan solo de 4 V (1% de 400 V).

Para el cálculo de todas las líneas se tomará como 35 el valor de la conductividad del aluminio (c) y 240 mm² su sección (s).

1.4.2.1 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1

La línea número 1 suministra corriente a 15 parcelas unifamiliares, por lo que su potencia será la parte correspondiente del total de parcelas:

$$P = 384.560 \text{ W} \cdot \frac{15}{74} = 77.951,4 \text{ W}$$

Longitud de cálculo de la línea:

Se tomará para el cálculo la longitud correspondiente a la distancia desde el centro de transformación al punto medio de la línea que forman las acometidas de las parcelas:

$$L = 220 \text{ metros.}$$

Intensidad de la línea:

La intensidad correspondiente a la línea de distribución número 1 será:



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{77.951,4 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,85} = 132,4 \text{ A}$$

Caída de tensión:

La caída de tensión correspondiente a la línea de distribución número 1 será:

$$\Delta V = \frac{P \cdot L}{c \cdot V \cdot s} = \frac{77.951,4 \text{ W} \cdot 220 \text{ m}}{35 \cdot 400 \cdot 240} = 5,1 \text{ V}$$

Expresada en forma de porcentaje, esa caída de tensión es:

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{400} = 1,28 \%$$

Por lo tanto está dentro de los límites permitidos por el reglamento.

1.4.2.2 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2

La línea número 2 suministra corriente a 15 parcelas unifamiliares, por lo que su potencia será la parte correspondiente del total de parcelas:

$$P = 384.560 \text{ W} \cdot \frac{15}{74} = 77.951,4 \text{ W}$$

Longitud de cálculo de la línea:

Se tomará para el cálculo la longitud correspondiente a la distancia desde el centro de transformación al punto medio de la línea que forman las acometidas de las parcelas:

$$L = 165 \text{ metros.}$$

Intensidad de la línea:

La intensidad correspondiente a la línea de distribución número 2 será:



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{77.951,4 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,85} = 132,4 \text{ A}$$

Caída de tensión:

La caída de tensión correspondiente a la línea de distribución número 2 será:

$$\Delta V = \frac{P \cdot L}{c \cdot V \cdot s} = \frac{77.951,4 \text{ W} \cdot 165 \text{ m}}{35 \cdot 400 \cdot 240} = 3,8 \text{ V}$$

Expresada en forma de porcentaje, esa caída de tensión es:

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{400} = 0,96 \%$$

Por lo tanto está dentro de los límites permitidos por el reglamento.

1.4.2.3 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 3

La línea número 3 suministra corriente a 15 parcelas unifamiliares, por lo que su potencia será la parte correspondiente del total de parcelas:

$$P = 384.560 \text{ W} \cdot \frac{15}{74} = 77.951,4 \text{ W}$$

Longitud de cálculo de la línea:

Se tomará para el cálculo la longitud correspondiente a la distancia desde el centro de transformación al punto medio de la línea que forman las acometidas de las parcelas:

$$L = 155 \text{ metros.}$$

Intensidad de la línea:

La intensidad correspondiente a la línea de distribución número 3 será:



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{77.951,4 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,85} = 132,4 \text{ A}$$

•

Caída de tensión:

La caída de tensión correspondiente a la línea de distribución número 3 será:

$$\Delta V = \frac{P \cdot L}{c \cdot V \cdot s} = \frac{77.951,4 \text{ W} \cdot 155 \text{ m}}{35 \cdot 400 \cdot 240} = 3,6 \text{ V}$$

Expresada en forma de porcentaje, esa caída de tensión es:

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{400} = 0,90 \%$$

Por lo tanto está dentro de los límites permitidos por el reglamento.

1.4.2.4 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 4

La línea número 4 suministra corriente a 15 parcelas unifamiliares, por lo que su potencia será la parte correspondiente del total de parcelas:

$$P = 384.560 \text{ W} \cdot \frac{29}{74} = 150.706 \text{ W}$$

Longitud de cálculo de la línea:

Se tomará para el cálculo la longitud correspondiente a la distancia desde el centro de transformación al punto medio de la línea que forman las acometidas de las parcelas:

$$L = 70 \text{ metros.}$$

Intensidad de la línea:

La intensidad correspondiente a la línea de distribución número 4 será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{150.706 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,85} = 255,9 \text{ A}$$



Caída de tensión:

La caída de tensión correspondiente a la línea de distribución número 4 será:

$$\Delta V = \frac{P \cdot L}{c \cdot V \cdot s} = \frac{150.706 \text{ W} \cdot 70 \text{ m}}{35 \cdot 400 \cdot 240} = 3,1 \text{ V}$$

Expresada en forma de porcentaje, esa caída de tensión es:

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{400} = 0,78 \%$$

Por lo tanto está dentro de los límites permitidos por el reglamento.

1.4.2.5 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 5

La línea número 5 suministra corriente a uno de las centralizaciones de contadores del edificio número 1, por lo que su potencia será definida por la distribución del edificio:

$$P = 85.000 \text{ W}$$

Longitud de cálculo de la línea:

Se tomará para el cálculo la longitud correspondiente a la distancia desde el centro de transformación al punto medio de la línea que forman las acometidas de las parcelas:

$$L = 155 \text{ metros.}$$

Intensidad de la línea:

La intensidad correspondiente a la línea de distribución número 5 será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{85.000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,85} = 144,3 \text{ A}$$



Caída de tensión:

La caída de tensión correspondiente a la línea de distribución número 5 será:

$$\Delta V = \frac{P \cdot L}{c \cdot V \cdot s} = \frac{85.000 \text{ W} \cdot 155 \text{ m}}{35 \cdot 400 \cdot 240} = 3,9 \text{ V}$$

Expresada en forma de porcentaje, esa caída de tensión es:

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{400} = 0,98 \%$$

Por lo tanto está dentro de los límites permitidos por el reglamento.

1.4.2.6 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 6

La línea número 6 suministra corriente a uno de las centralizaciones de contadores del edificio número 1, por lo que su potencia será definida por la distribución del edificio:

$$P = 135.000 \text{ W}$$

Longitud de cálculo de la línea:

Se tomará para el cálculo la longitud correspondiente a la distancia desde el centro de transformación al punto medio de la línea que forman las acometidas de las parcelas:

$$L = 95 \text{ metros.}$$

Intensidad de la línea:

La intensidad correspondiente a la línea de distribución número 6 será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{135.000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,85} = 229,2 \text{ A}$$



Caída de tensión:

La caída de tensión correspondiente a la línea de distribución número 6 será:

$$\Delta V = \frac{P \cdot L}{c \cdot V \cdot s} = \frac{135.000 \text{ W} \cdot 95 \text{ m}}{35 \cdot 400 \cdot 240} = 3,8 \text{ V}$$

Expresada en forma de porcentaje, esa caída de tensión es:

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{400} = 0,95 \%$$

Por lo tanto está dentro de los límites permitidos por el reglamento.

1.4.2.7 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 7

La línea número 7 suministra corriente a uno de las centralizaciones de contadores del edificio número 1, por lo que su potencia será definida por la distribución del edificio:

$$P = 95.000 \text{ W}$$

Longitud de cálculo de la línea:

Se tomará para el cálculo la longitud correspondiente a la distancia desde el centro de transformación al punto medio de la línea que forman las acometidas de las parcelas:

$$L = 140 \text{ metros.}$$

Intensidad de la línea:

La intensidad correspondiente a la línea de distribución número 7 será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{95.000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,85} = 161,3 \text{ A}$$



Caída de tensión:

La caída de tensión correspondiente a la línea de distribución número 7 será:

$$\Delta V = \frac{P \cdot L}{c \cdot V \cdot s} = \frac{95.000 \text{ W} \cdot 140 \text{ m}}{35 \cdot 400 \cdot 240} = 3,9 \text{ V}$$

Expresada en forma de porcentaje, esa caída de tensión es:

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{400} = 0,98 \%$$

Por lo tanto está dentro de los límites permitidos por el reglamento.

1.4.2.8 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 8

La línea número 8 suministra corriente a uno de las centralizaciones de contadores del edificio número 2, por lo que su potencia será definida por la distribución del edificio:

$$P = 138.000 \text{ W}$$

Longitud de cálculo de la línea:

Se tomará para el cálculo la longitud correspondiente a la distancia desde el centro de transformación al punto medio de la línea que forman las acometidas de las parcelas:

$$L = 95 \text{ metros.}$$

Intensidad de la línea:

La intensidad correspondiente a la línea de distribución número 8 será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{138.000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,85} = 234,3 \text{ A}$$



Caída de tensión:

La caída de tensión correspondiente a la línea de distribución número 8 será:

$$\Delta V = \frac{P \cdot L}{c \cdot V \cdot s} = \frac{138.000 \text{ W} \cdot 95 \text{ m}}{35 \cdot 400 \cdot 240} = 3,9 \text{ V}$$

Expresada en forma de porcentaje, esa caída de tensión es:

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{400} = 0,98 \%$$

Por lo tanto está dentro de los límites permitidos por el reglamento.

1.4.2.9 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 9

La línea número 9 suministra corriente a uno de las centralizaciones de contadores del edificio número 2, por lo que su potencia será definida por la distribución del edificio:

$$P = 138.000 \text{ W}$$

Longitud de cálculo de la línea:

Se tomará para el cálculo la longitud correspondiente a la distancia desde el centro de transformación al punto medio de la línea que forman las acometidas de las parcelas:

$$L = 25 \text{ metros.}$$

Intensidad de la línea:

La intensidad correspondiente a la línea de distribución número 9 será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{138.000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,85} = 234,3 \text{ A}$$



Caída de tensión:

La caída de tensión correspondiente a la línea de distribución número 9 será:

$$\Delta V = \frac{P \cdot L}{c \cdot V \cdot s} = \frac{138.000 \text{ W} \cdot 25 \text{ m}}{35 \cdot 400 \cdot 240} = 1 \text{ V}$$

Expresada en forma de porcentaje, esa caída de tensión es:

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V \cdot 100}{400} = 0,26 \%$$

Por lo tanto está dentro de los límites permitidos por el reglamento.

1.4.2.10 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 10

La línea número 10 suministra corriente a todo el alumbrado público de la urbanización, cuya potencia total es:

$$P = 20.000 \text{ W}$$

Intensidad de la línea:

La intensidad correspondiente a la línea de distribución número 10 será:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{20.000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,85} = 34 \text{ A}$$

Caída de tensión:

No se establece en la norma ningún límite para la caída de tensión del alumbrado público de una urbanización.

Zamora, junio de 2017

El autor del Proyecto

Fdo.: Carlos Vaquero Rodríguez



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

DOCUMENTO N° 1:ANEXO N° 2: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



- **ÍNDICE: DOCUMENTO N°1: Anexo nº 2**

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	1
2. ALCANCE DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	3
3. RIESGOS.....	4
3.1. RIESGOS GENERALES.....	4
3.2. RIESGOS PROFESIONALES	6
3.3. MAQUINARIA Y MEDIOS ESPECIALES	10
4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES	13
4.1. PROTECCIONES COLECTIVAS	13
4.1.1 Riesgos Generales	14
4.1.2 Riesgos Específicos.	15
4.2 PROTECCIONES INDIVIDUALES	23
5. INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES	24
6. RIESGOS EN EQUIPOS ELÉCTRICOS	25
7. PREVENCIÓN EN EQUIPOS ELÉCTRICOS.....	26
8. FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	29
9. ESTUDIO DE REVISIONES DE MANTENIMIENTO	30
10. DOCUMENTACIÓN EN OBRA.....	31
11. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN	32



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud laboral con el fin de establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan durante la ejecución de las obras en el municipio de Quiruelas de Vidriales.

Este estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, que según su artículo 4:

1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas.

b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

2. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará **obligado** a que en la fase de redacción del proyecto se elabore **un estudio básico de seguridad y salud**.

El proyecto consiste en electrificar 74 parcelas individuales, 2 edificios plurifamiliares de 24 y 54 viviendas con sus respectivos párquines subterráneos, una zona de parquin exterior y el alumbrado pública de las calles que forman la urbanización.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

El estudio básico de seguridad y salud es obligatorio teniendo en cuenta los datos de la presente obra:

- El presupuesto de ejecución material de las obras definidas en el presente proyecto asciende a 165.714 Euros.
- El plazo de ejecución previsto para las obras descritas es de UN MES (1 mes).
- Estando previsto que no trabaje un número mayor de veinte trabajadores (20 trabajadores) simultáneamente y no superándose el volumen de mano de obra estimada de QUINIENTOS DÍAS (500 días).

El estudio básico de seguridad y salud será elaborado por el técnico competente designado por el promotor. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a este elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio.



2. ALCANCE DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Las medidas contempladas en este estudio alcanzan todos los trabajos que se van realizar en el presente Proyecto, y se aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos, aunque cada empresario, en relación con la prevención de riesgos laborales, será directamente responsable de los trabajadores que dependan de él con independencia de las actuaciones que, en materia de coordinación, se establezcan al efecto.

Deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En el estudio básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Por otro lado, la planificación de estas medidas, una vez se han determinado las empresas que efectivamente intervendrán en la ejecución de la obra, así como los recursos y métodos concretos de trabajo que realmente se pondrán en práctica, quedarán reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Asimismo y como punto de partida, cada empresa que intervenga en la obra deberá tener integrada el Plan de Prevención de Riesgos Laborales en su sistema general de gestión.



3. RIESGOS

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos analizaremos primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después seguiremos con el análisis de los específicos de cada actividad.

3.1. RIESGOS GENERALES

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Quedar atrapados entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapados por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Lesiones por manipulación de productos químicos.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Lesiones o enfermedades por factores atmosféricos que comprometan la seguridad o salud.
- Inhalación de productos tóxicos.



3.2. RIESGOS PROFESIONALES

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas. Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto anterior y a los más los específicos de su actividad. A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

Excavaciones:

Además de los generales pueden ser inherentes a las excavaciones los siguientes riesgos:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Atropellos y/o golpes por máquinas o vehículos.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

En voladuras:

- -Proyecciones de piedras
- -Explosiones incontroladas por corrientes erráticas o manipulación incorrecta.
- -Barrenos fallidos.
- -Elevado nivel de ruido
- -Riesgos a terceras personas.

Movimiento de tierras:

En los trabajos derivados del movimiento de tierras por excavaciones o rellenos se prevé los siguientes riesgos:

- Carga de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Atropello y colisiones.
- Proyección de partículas.
- Polvo ambiental.

Trabajos con chatarra:

Los riesgos más comunes relativos a la manipulación y montaje de chatarra son:

- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
- Atropellamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.
- Torceduras de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- -Roturas eventuales de barras durante el doblado.

Trabajos de encofrado y desencofrado.

En esta actividad podemos destacar los siguientes:

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.).
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.

Trabajos con hormigón.

La exposición y manipulación del hormigón implica los siguientes riesgos:

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atropellamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocución por ambientes húmedos. Manipulación de materiales. Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra. En esta actividad son previsibles los siguientes:
 - Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
 - Golpes contra partes salientes de la carga.
 - Atropellos de personas.
 - Vuelcos.
 - Choques contra otros vehículos o máquinas.
 - Golpes o enganches de la carga con objetos
 -

Instalaciones o tendidos de cables.

De los específicos de este apartado cabe destacar:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Atrapamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos o herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

Maniobras de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales.

Como riesgos específicos de estas maniobras podemos citar los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estribado o destribado de las piezas.
- Atrapamiento de manos o pies.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.)
- Caída o vuelco de los medios de elevación.
-

Montaje de instalaciones, suelos y acabados.

Los riesgos inherentes a estas actividades podemos considerarlos incluidos dentro de los generales, al no ejecutarse a grandes alturas ni presentar aspectos relativamente peligrosos.



3.3. MAQUINARIA Y MEDIOS ESPECIALES

Analizamos en este apartado los riesgos que pueden presentarse en el uso de maquinaria y los medios auxiliares y que no están enumerados en los riesgos generales

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación:

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte.
- Máquina eléctrica de roscar.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa.
- Cabrestante de izado.
- Cabrestante de tendido subterráneo.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Tráeteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Juego alza bobinas, rodillos, etc.
- Máquina de excavación con martillo hidráulico.
- Máquina retroexcavadora mixta.
- Hormigoneras autopropulsadas.
- Camión volquete.
- Máquina niveladora.
- Mini retroexcavadora
- Compactadora.
- Compresor.
- Martillo rompedor y picador, etc.



Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios sobre borriquetes.
- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras de mano.
- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.
- Equipos de medida.
- Comprobador de secuencia de fases.
- Medidor de aislamiento.
- Medidor de tierras.
- Pinzas amperimétrica.
- Termómetros.

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos en los siguientes grupos:

Máquinas fijas y herramientas eléctricas.

Los riesgos más significativos son:

- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

Medios de elevación.

Consideramos como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de la carga por deficiente estriado o maniobra.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.

Andamios, plataformas y escaleras.

Son previsibles los siguientes riesgos:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Carda del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Caída de materiales o herramientas desde el andamio.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades, no detectadas (epilepsia, vértigo.)

Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica.

Los riesgos previsibles propios del uso de estos equipos son los siguientes:

- Incendios.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.

4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

Para disminuir y evitar todo lo posible, los riesgos previstos en los puntos anteriores, hay que actuar sobre los factores que, por separado o en conjunto,



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

establecen las causas que ocasionan los accidentes. Nos estamos refiriendo a los diversos factores, entre los que tenemos al factor humano y al factor técnico.

Las medidas preventivas sobre el factor humano, están basadas fundamentalmente en la formación, mentalización e información a toda persona afectada por participar en los trabajos de la presente obra, así como en aspectos ergonómicos y condiciones ambientales, serán analizadas con detenimiento a lo largo del estudio de seguridad y salud.

Sobre la actuación del factor técnico, se intervendrá fundamentalmente en los siguientes aspectos:

- Protecciones colectivas.
- Protecciones personales.
- Controles y revisiones técnicas de seguridad.

En base a los riesgos expresados en el punto anterior, analizamos las medidas previstas en cada uno de estos apartados.

4.1. PROTECCIONES COLECTIVAS

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son las siguientes:

4.1.1 Riesgos Generales.

Estamos describiendo las medidas de seguridad que hay que adoptar para la protección de riesgos que consideramos comunes a todas las actividades, son las siguientes:

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Acotamiento y señalización de la zona donde exista riesgo de caída de objetos.
- Se montaran barandillas resistentes en los huecos por los que puedan producirse caídas de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para
- Mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Se respetará la señalización y las limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Se aplicarán las medidas preventivas contra riesgos eléctricos.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- Se protegerá a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

4.1.2 Riesgos Específicos.

Las protecciones colectivas previstas para la prevención de estos riesgos, son las siguientes:

En excavaciones:

- Se entibarán todas las excavaciones verticales de profundidad superior a 1,5 m.
- Se señalizarán las excavaciones, como mínimo a 1 m. de su borde.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m. del borde de la excavación.
- Las excavaciones de profundidad superior a 2 m., y en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas resistentes de 90 cm. de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m. del borde de la excavación.
- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasan en 1 m. el borde de estas.
- Las máquinas excavadoras y camiones sólo serán manejadas por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir. Será responsable de la adecuada conservación de su máquina.

En voladuras:

Las voladuras serán realizadas por una empresa especializada que elaborará el correspondiente plan de voladuras.

En su ejecución, además de cumplir la legislación vigente sobre explosivos, se tomarán, como mínimo, las siguientes medidas de seguridad:

- Acordonar la zona de “carga” y “pega” a la que, bajo ningún concepto, deben acceder personas ajenas a las mismas.
- Anunciar, con un toque de sirena 15 minutos antes, la proximidad de la voladura, con dos toques la inmediatez de la detonación y con tres el final de la voladura, permitiéndose la reanudación de la actividad en la zona.
- En el perímetro de la zona acordonada se colocarán señales de “prohibido el paso Voladuras”.
- Antes de la “pega”, una persona recorrerá la zona comprobando que no queda nadie, y se pondrán vigilantes en lugares estratégicos de acceso a la zona para impedir la entrada de personas o vehículos.
- El responsable de la voladura y los artilleros comprobarán, cuando se hayan disipado los gases, que la “pega” ha sido completa y comprobará que no quedan terrenos inestables, saneando esto si fuera necesario antes de iniciar los trabajos.



En movimiento de tierras:

- No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible ni sobrepasando el nivel superior de la carga.
- Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonas de descarga.
- Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20 Km/h.
- En caso necesario y a criterio del Coordinador de Seguridad Salud se procederá al regado de las pistas para evitar la formación de nubes de polvo.

En trabajos en altura:

Destacaremos las siguientes medidas preventivas:

Para evitar la caída de objetos:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que estas se encuentren totalmente apoyadas.
- Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona solo cuando la carga esté prácticamente arriada.

Para evitar la caída de personas:

- Se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes de plataformas, forjados, etc. por los que pudieran producirse caídas de personas.
- Se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si estos son accesibles o están a menos de 1,5 m. del suelo.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar estas.

Los **andamios** que se utilicen (modulares o tubulares) cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T., destacando entre otras:

- Superficie de apoyo horizontal y resistente.
- Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre las mismas.
- Arriostrarlos a partir de cierta altura.
- A partir de 2 m. de altura se protegerá todo su perímetro con rodapiés y quitamiedos colocados a 45 y 90 cm. del piso, el cual tendrá, como mínimo, una anchura de 60 cm.
- No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas limpias y libres de obstáculos.
- En altura (más de 2 m.) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

Las **escaleras de mano** cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:

- No tendrán rotos ni astillados largueros o peldaños. Dispondrán de zapatas antideslizantes.
- Las superficies de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a esta.
- Colocarla con la inclinación adecuada.
- Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.

En trabajos con chatarra.

- Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1 ,50 m.
- No se permitirá trepar por las armaduras.
- Se colocarán tableros para circular por las armaduras de chatarra.
- No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de chatarra soldada.
- Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres sobrantes del armado.

En trabajos de encofrado y desencofrado.

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.
- Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.



En trabajos de hormigón:

Vertidos mediante canaleta:

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

Vertido mediante cubo con grúa:

- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello.
- Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

Para la manipulación de materiales.

Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:

- Manejo manual de materiales.
- Acopio de materiales, según sus características.
- Manejo/acopio de materiales tóxico/peligrosos.



Para el transporte de materiales y equipos dentro de la obra.

- Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidos para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.
- Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
- Se señalarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.
- En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalita.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

Para la prefabricación, izado y montaje de estructuras, cerramientos y equipos.

- Se señalarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de cargas/equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Se taparán o protegerán con barandillas resistentes o, según los casos, se señalizarán adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.
- Los puestos de trabajo de soldadura estarán suficientemente separados o se aislarán con pantallas divisorias.
- La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos/estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

De cualquier forma puesto que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un apartado al estudio de seguridad y salud específico al efecto.

Para maniobras de izado y ubicación en obra de materiales y equipos.

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, ya relacionados, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo en el momento del acoplamiento.



En instalaciones de distribución de energía.

- Se deberá verificar y mantener con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.
- Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- Cuando existan líneas de tendidos eléctricos aéreos que pueda afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión.
- Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas.
- En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizará una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.



4.2 PROTECCIONES INDIVIDUALES

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales.

Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Para no extendernos demasiado, y dado que la mayoría de los riesgos de los riesgos que obligan al uso de las protecciones personales son comunes a las actividades a realizar, relacionamos las prendas de protección previstas para el conjunto de los trabajos.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactivo.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.)
- Cinturón de seguridad.
- Absolvedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contra impactos, sopletero, etc.).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).



5. INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos.

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.



6. RIESGOS EN EQUIPOS ELÉCTRICOS

Riesgo eléctrico es el riesgo originado por la energía eléctrica. Quedan específicamente incluidos los riesgos de:

- Choque eléctrico por contacto con elementos en tensión (contacto eléctrico directo), o con masas puestas accidentalmente en tensión (contacto eléctrico indirecto).
- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

Trabajo en proximidad es el trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc. y herramientas eléctricas) que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.



7. PREVENCIÓN EN EQUIPOS ELÉCTRICOS

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse sin tensión, salvo en los casos que se indican en los apartados 3 y 4 del artículo 4 del RD. 614/2001.

Podrán realizarse con la instalación en tensión:

- Las operaciones elementales, tales como por ejemplo conectar y desconectar, en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones deberán realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.
- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido deberá asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.
- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como por ejemplo la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.
- Los trabajos en, o en proximidad de instalaciones cuyas condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

Las principales medidas preventivas que se van a aplicar en las instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán las siguientes:

Cuadros de distribución.

- Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

✓ Interruptor general



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- ✓ Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- ✓ Diferencial de 300 mA.
- ✓ Toma de tierra de resistencia máxima 20 ohmios.

- ✓ Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- ✓ Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- ✓ Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- ✓ Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

Prolongadores, clavijas, conexiones y cables.

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos. Herramientas y útiles eléctricos portátiles.
- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia.
- En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

Máquinas y equipos eléctricos.

- Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 ohmios de resistencia máxima y



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

Normas de carácter general.

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.



8. FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES

En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo. La formación deberá estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario. La formación se podrá impartir por la empresa mediante medios propios o concertándola con servicios ajenos.

Formación e información de los trabajadores. De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre el riesgo eléctrico, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del presente Real Decreto.



9. ESTUDIO DE REVISIONES DE MANTENIMIENTO

Se hace necesario integrar los principios de acción preventiva, no solo de cara a su ejecución, sino con vistas al posterior uso y mantenimiento o mejora de los elementos construidos y las revisiones periódicas de las instalaciones, equipos y herramientas eléctricas.



10. DOCUMENTACIÓN EN OBRA

Cuando en la elaboración del proyecto intervengan varios proyectistas, la coordinación entre ellos debe hacerse extensible al ámbito de la prevención de riesgos laborales a través del correspondiente coordinador en materia de seguridad y salud, sin que se produzca duplicidad en la documentación.

- ✓ En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto. El libro de incidencias será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud. El libro de incidencias, deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa.
- ✓ Documento justificativo de la recepción de prendas de protección personal.
- ✓ Documento de compromiso, para las empresas subcontratantes y trabajadores autónomos, en el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud.



11. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1627/97 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a las obras de construcción.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

Zamora, junio de 2017

El autor del Proyecto

Fdo.: Carlos Vaquero Rodríguez



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

DOCUMENTO N° 2: Pliego de Condiciones



- **ÍNDICE: DOCUMENTO N°2: PLIEGO DE CONDICIONES**

1. CONDICIONES GENERALES	1
1.1 OBJETO	1
1.2 DISPOSICIONES GENERALES	2
1.3 MATERIALES	3
1.4 EJECUCION DE OBRA	4
1.4.1 INICIO	4
1.4.2 PLAZO DE EJECUCION	4
1.4.3 LIBRO DE ÓRDENES Y ASISTENCIAS.....	4
1.5 INTERPRETACION Y DESARROLLO DEL PROYECTO	6
1.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS	7
1.7 MODIFICACIONES	7
1.8 OBRA DEFECTUOSA	8
1.9 MEDIOS AUXILIARES	8
1.10 CONSERVACION DE LA OBRA	8
1.11 RECEPCIÓN DE LA OBRA.....	9
1.11.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL	9
1.11.2 PERIODOS DE GARANTIA	10
1.11.3 RECEPCION DEFINITIVA	10
1.12 CONTRATACION DE LA EMPRESA	11
1.12.1 MODO DE CONTRATACION	11



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

1.12.2 PRESENTACION	11
1.12.3 SELECCION	11
1.12.4 FIANZA	11
2. CONDICIONES FACULTATIVAS	13
2.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN	13
2.2 PERSONAL	13
2.3 CALIDAD DE LOS MATERIALES	14
2.3.1 OBRA CIVIL	14
2.3.3 TRANSFORMADORES	15
2.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	16
2.5 RECONOCIMIENTO Y ENSAYOS PREVIOS	18
2.6 ENSAYOS	19
3. CONDICIONES ECONÓMICAS	21
3.1 ABONO DE LA OBRA	21
3.2 PRECIOS	21
3.3 REVISION DE PRECIOS	2
3.4 PENALIZACIONES	22
3.5 CONTRATO	22
3.6 RESPONSABILIDADES	22
3.7 RESCISION DE CONTRATO	23
3.8 LIQUIDACION EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO	24



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

4 CONDICIONES TÉCNICAS	25
4.1 OBRA CIVIL	25
4.1.1 MATERIALES	25
4.1.2 DESBROZADA Y LIMPIEZA DE LOS TERRENOS. DEFINICION....	25
4.1.3 EXCAVACIONES EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO	28
4.1.4 TERRAPLENES	30
4.1.5 EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ZANJAS Y POZOS	32
4.2 EQUIPOS ELECTRICOS	34
4.2.1 CONDICIONES GENERALES	34
4.2.2 CUADROS ELECTRICOS	38
4.2.3 ALUMBRADO GENERALIDADES.....	40
4.2.4 RED DE PUESTA A TIERRA	42
4.2.5 INSTALACIONES DE ACOMETIDAS	43
4.2.6 PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS	43
4.2.7 LAMPARAS DE SEÑALIZACION	43



PLIEGO DE CONDICIONES

El pliego de condiciones de este proyecto estará dividido en cuatro grandes grupos en los que se diferenciarán las condiciones generales, las condiciones facultativas, las condiciones económicas y las condiciones técnicas.

1. CONDICIONES GENERALES

1.1 OBJETO

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al contratista el alcance del trabajo y la ejecución que figuran en el proyecto que consiste en electrificar 74 parcelas individuales, 2 edificios plurifamiliares de 24 y 54 viviendas con sus respectivos párquines subterráneos, una zona de parquin exterior y el alumbrado pública de las calles que forman la urbanización.

Sin embargo no todos ellos tienen la misma fuerza de obligar legalmente, ya que aunque todos son informativos, los Planos y el Pliego de Condiciones son vinculantes, y en consecuencia y en caso de discrepancia entre los distintos documentos, su información prevalece sobre el resto.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa para fuerza, alumbrado y tierra.

El alcance del trabajo del contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.



1.2 DISPOSICIONES GENERALES

El contratista está obligado al cumplimiento de las prescripciones señaladas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como todas las que se establezcan en la Memoria del Proyecto.

El contratista deberá estar clasificado y registrado en el Registro de Empresas Acreditadas . Las empresas que contraten o subcontraten la realización de cualquier trabajo en una obra, deberán acreditar que sus empresas contratistas o subcontratistas están inscritas en el Registro, solicitando para ello un certificado de inscripción.

Se adaptarán a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por las Leyes, Reglamentos y Normativa vigente.



1.3 MATERIALES

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la compañía distribuidora de energía, para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Director de la ejecución de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el contratista presentará al Director de la ejecución de la obra los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrá utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Director de la ejecución de la obra.



1.4 EJECUCION DE OBRA

1.4.1 INICIO

El contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con el contratante, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de su firma.

El contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Director de la ejecución de la obra la fecha de comienzo de los trabajos.

1.4.2 PLAZO DE EJECUCION

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con el promotor o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el contratista, de acuerdo con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones o bien en el contrato establecido con la propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo posterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

1.4.3 LIBRO DE ÓRDENES Y ASISTENCIAS

El contratista dispondrá en la obra de un Libro de Órdenes y Asistencias. El Director de la obra será el encargado de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignarlas en el Libro de Órdenes y Asistencias, quedando reflejadas las



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto. El contratista tendrá la obligación de firmar el enterado a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto

Es obligación del Director de la ejecución de la obra el consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas cuando lo crea necesario.



1.5 INTERPRETACION Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Director de la ejecución de la obra. El contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del proyecto.

El contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aun cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Director de la ejecución de la obra y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas.

De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomarán antes de ello los datos precisos para su medición.



1.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS

El contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

1.7 MODIFICACIONES

El contratista está obligado a realizar las eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el contratista y que ha sido tomado como base del contrato.

El Director de la ejecución de la obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.



1.8 OBRA DEFECTUOSA

Cuando el contratista encuentre una unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Director de la ejecución de la obra podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el contratista a aceptar dicha valoración, en el otro caso, se reconstruirá a expensas del contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

1.9 MEDIOS AUXILIARES

Serán de cuenta del contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisos para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección a sus operarios.

1.10 CONSERVACION DE LA OBRA

Es obligación del contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.



1.11 RECEPCIÓN DE LA OBRA

La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

1.11.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- a) Las partes que intervienen.
- b) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- c) El coste final de la ejecución material de la obra.
- d) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- e) Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía establecidos en esta Ley se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida.

1.11.2 PERIODOS DE GARANTIA

El régimen de garantías exigibles para las obras se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establezca, teniendo como referente a las siguientes garantías:

- Seguro de daños materiales, seguro de caución o garantía financiera, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras.

1.11.3 RECEPCION DEFINITIVA

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional.

A partir de esta fecha cesará la obligación del contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa. durante un plazo de quince años a contar desde la recepción. Transcurrido este plazo sin que se haya manifestado ningún daño o perjuicio, quedará totalmente extinguida la responsabilidad del contratista.



1.12 CONTRATACION DE LA EMPRESA

1.12.1 MODO DE CONTRATACION

El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por concurso.

1.12.2 PRESENTACION

Las empresas seleccionadas para dicho concurso deberán presentar sus proyectos en sobre lacrado, antes del 15 de Septiembre de 2017 en el domicilio del propietario.

1.12.3 SELECCION

La empresa escogida será anunciada la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. Dicha empresa será escogida de mutuo acuerdo entre el promotor y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

1.12.4 FIANZA

En el contrato se establecerá la fianza que el contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse la fianza en el contrato se entiende que se adopta como garantía una retención del 5 % sobre los pagos a cuenta citados. En el caso de que el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, el promotor podrá ordenar ejecutarlas



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el promotor si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al contratista en un plazo no superior a treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.



2. CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1 NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
- Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Normas de la Compañía Suministradora.
- Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia los códigos y normas.
- Comité Internacional del Alumbrado

2.2 PERSONAL

El contratista tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra. El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Director de la ejecución de la obra.

El contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

El contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Director de la ejecución de la obra no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

2.3 CALIDAD DE LOS MATERIALES

2.3.1 OBRA CIVIL

Las envolventes empleadas en la ejecución de este centro cumplirán las Condiciones Generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques, señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen SF₆ (hexafluoruro de azufre) para cumplir dos misiones: aislamiento y corte.

Aislamiento

El aislamiento integral en hexafluoruro de azufre confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual inmersión del CT por efectos de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el CT.

Corte

El corte en SF₆ resulta más seguro que al aire, debido a lo explicado para el aislamiento.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

Igualmente las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del CT, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el Centro.

Siempre que sea posible se emplearán celdas del tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones podrán ser electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

2.3.3 TRANSFORMADORES

Los transformadores instalados en el CT serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Los transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del CT, ya que estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.



2.4 CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

El centro de transformación deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio. La anchura de los pasillos debe cumplir el Reglamento de Alta Tensión y además debe permitir la extracción total de cualquiera de las celdas instaladas, siendo por lo tanto la anchura útil del pasillo mayor al de los fondos de las celdas.

En el interior del centro de transformación no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Toda la instalación debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Para la realización de las maniobras oportunas en el Centro de Transformación se deberá utilizar banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante
- Tipo de aparenta y número de fabricación
- Año de fabricación
- Tensión nominal
- Intensidad nominal



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Intensidad nominal de corta duración
- Frecuencia nominal

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas, se incorporarán de forma gráfica y claras las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta. Igualmente, si la celda contiene SF6 bien sea para el corte o para el aislamiento, debe dotarse con un manómetro para la comprobación de la correcta presión de gas antes de realizar la maniobra.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro de transformación, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas. Asimismo se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Puesta en servicio:

El personal encargado de realizar las maniobras, estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán con el siguiente orden: primero se conectará el interruptor / seccionador de entrada, si lo hubiere, y a continuación la aparamenta de conexión siguiente, hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos al transformador trabajando en vacío para hacer las comprobaciones oportunas. Una vez realizadas las maniobras de Media Tensión, procederemos a conectar la red de baja tensión.

Separación de servicio:

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

Mantenimiento:

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal. Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuesen necesarios.

Las celdas tipo CGM o CGC de ORMAZABAL, empleadas en la instalación no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas SF₆, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

2.5 RECONOCIMIENTO Y ENSAYOS PREVIOS

Cuando lo estime oportuno el Director de la ejecución de la obra, podrá encargar y ordenar el análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en fábrica de origen, laboratorios oficiales o en la misma obra, según crea más conveniente, aunque éstos no estén indicados en este pliego.

En el caso de discrepancia, los ensayos o pruebas se efectuarán en el laboratorio oficial que el Director de la ejecución de la obra designe.

Los gastos ocasionados por estas pruebas y comprobaciones, serán por cuenta del contratista.



2.6 ENSAYOS

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el contratista deberá hacer los ensayos adecuados para probar, a la entera satisfacción del Director de la ejecución de la obra, que todos los equipos, aparatos y cableado han sido instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias del trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa el Director de la ejecución de obra. Los resultados de los ensayos serán pasados en certificados indicando fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como categoría profesional.

Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia de aislamiento entre las fases y entre fase y tierra. En los cables enterrados, estos ensayos de resistencia de aislamiento se harán antes y después de efectuar el rellenado y compactado.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán los siguientes:

Prueba de operación mecánica:

Se realizarán pruebas de funcionamiento mecánico sin tensión en el circuito principal de interruptores y seccionadores, así como todos los elementos móviles y enclavamientos. Se probarán cinco veces en ambos sentidos.

Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos:

Se realizarán pruebas sobre elementos que tengan una determinada secuencia de operación.

Se probará cinco veces cada sistema.



Verificación del cableado:

El cableado será verificado conforme a los esquemas eléctricos.

Ensayo a frecuencia industrial:

Se someterá el circuito principal a la tensión de frecuencia industrial especificada en la columna 3 de la tabla II de la norma UNE-20.099 durante un minuto.

Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control:

Este ensayo se realizará sobre los circuitos de control y se hará de acuerdo con el punto 23.5 de la norma UNE-20.099.

Ensayo a onda de choque 1,2/50 ms:

Se dispone del protocolo de pruebas realizadas a la tensión (1,2/50 ms) especificada en la columna 2 de la tabla II de la norma UNE-20.099. El procedimiento de ensayo se realizará según lo especificado en el punto 23.3 de dicha norma.

Verificación del grado de protección:

El grado de protección será verificado de acuerdo con el punto 30.1 de la norma UNE- 20.099



3. CONDICIONES ECONÓMICAS

3.1 ABONO DE LA OBRA

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos en los que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

3.2 PRECIOS

El contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Director de la ejecución de la obra y el contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.



3.3 REVISION DE PRECIOS

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Director de la ejecución de la obra alguno de los criterios oficiales aceptados.

3.4 PENALIZACIONES

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

3.5 CONTRATO

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el proyecto técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

3.6 RESPONSABILIDADES

El contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

correctamente sin que sirva de excusa el que el Director de la ejecución de la obra haya examinado y reconocido las obras.

El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad a los vecinos o terceros en general.

El contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

3.7 RESCISION DE CONTRATO

Se consideraran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del contratista.
- Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25%.
- Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causa ajena.
- La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
- Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar.
- Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Director de la ejecución de la obra y la Propiedad.

3.8 LIQUIDACION EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Siempre que se rescinda el contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.



4 CONDICIONES TÉCNICAS

Este Pliego de Condiciones Técnicas Generales comprende el conjunto de características que tendrán que cumplir los materiales utilizados en la construcción, así como las técnicas de su colocación en la obra y las que tendrán que regir la ejecución de cualquier tipo de instalaciones y obras necesarias y dependientes. Para cualquier tipo de especificación, no incluida en este pliego, se tendrá en cuenta lo que indique la normativa vigente.

4.1 OBRA CIVIL

4.1.1 MATERIALES

Todos los materiales básicos que se utilizarán durante la ejecución de las obras, serán de primera calidad y cumplirán las especificaciones que se exigen en las Normas y Reglamentos de la legislación vigente.

4.1.2 DESBROZADA Y LIMPIEZA DE LOS TERRENOS. DEFINICION

Se define como limpieza y desbrozada del terreno, el trabajo consistente en extraer y retirar, de las zonas designadas, todos los árboles, troncos, plantas maleza, basuras, escombros, o cualquier otro material no deseable.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Excavación de los materiales objeto de limpieza y desbrozada.
- Retirada de los materiales objeto de limpieza y desbrozada.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

Todo esto realizado de acuerdo con las presentes especificaciones y con los datos que, sobre el particular, incluyen los correspondientes documentos del Proyecto.

Ejecución de las obras:

Las operaciones de excavación se efectuarán con las precauciones necesarias para conseguir unas condiciones de seguridad suficientes y evitar dañar a las estructuras existentes, de acuerdo con lo que, sobre esto, ordene el encargado Facultativo de las obras, el cual designará y marcará los elementos que sean precisos conservar intactos.

Para disminuir al máximo el deterioro de los árboles que sean precisos conservar se procurará que, los que se tengan que aterrar, caigan hacia el centro de la zona objeto de limpieza.

Cuando sea necesario evitar daños a otros árboles, en el tráfico por carretera o ferrocarril, o a estructuras próximas, los árboles se irán troceando por cada rama y tronco progresivamente. Si para proteger estos árboles u otra vegetación destinada a permanecer en un sitio, se precisa levantar barreras o utilizar cualquier otro medio, los trabajos correspondientes se ajustarán al que, sobre el particular, ordene el encargado facultativo de las obras.

A los rebajos, todos los troncos y raíces mayores de diez centímetros (10 cm.) de diámetro, serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm.) por debajo del suelo.

Del terreno natural sobre el que se ha de asentar el terraplén, se eliminarán todos los troncos o raíces con un diámetro superior a diez centímetros (10 cm.), a fin de que no quede ninguno dentro del cimiento del terraplén, ni a menos de quince (15 cm.) de profundidad por debajo de la superficie natural del terreno. También se eliminarán debajo de los terraplenes de poca cota, hasta una profundidad de cincuenta centímetros (50 cm.) por debajo de la explanada.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

Aquellos árboles que ofrezcan posibilidades comerciales, serán podados y limpiados; después se talarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente al largo del tirado, separados de los montones que han de ser quemados o tirados. La longitud de los trozos de madera será superior a tres metros (3m.) si lo permite el tronco. Ahora bien, antes de proceder a talar árboles, el contratista tendrá que obtener los consiguientes permisos y autorizaciones, si hace falta, siendo a su cargo cualquier tipo de gasto que ocasione el concepto comentado.

Los trabajos se realizarán de forma que provoquen la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a las obras.

Ninguna marca de propiedad o punto de referencia de datos topográficos, de cualquier clase, será estropeada o desplazada hasta que un agente autorizado haya referenciado, de alguna otra forma, su situación o aprobado su desplazamiento. La retirada de los materiales objeto de limpieza y desbrozada se hará como se dice a continuación. Todos los subproductos forestales, excepto la leña de valor comercial, serán quemados de acuerdo con lo que, sobre esto, ordene el Facultativo encargado de las obras. Los materiales no combustibles serán retirados por el Contratista de la manera y en los lugares que señale el Facultativo encargado de las obras.

Medida y abono:

Las medidas y el abono se realizará por metros cuadrados (m^2) realmente desbrozados, y exentos de material. El precio incluye la carga y transporte al vertedero de los materiales, y todas las operaciones mencionadas en el apartado anterior.

Simultáneamente a las operaciones de desbrozo se podrá excavar la capa de tierra vegetal. Las tierras vegetales se transportarán al vertedero o se recogerán en las zonas que indique la dirección de obras, a fin de ser utilizadas para la formación de zonas verdes. Estas tierras se medirán y se abonarán al precio de la excavación, en



cualquier tipo de terreno. El transporte al vertedero se considerará incluido a los precios unitarios del contrato.

4.1.3 EXCAVACIONES EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO

Las excavaciones se ejecutarán de acuerdo con los planos del proyecto, y con los datos obtenidos del replanteo general de las obras, los planos de detalle, y las órdenes de la dirección de las obras.

La unidad de excavación incluirá la ampliación, mejora o rectificación de los taludes de las zonas de desmonte, así como su refine y la ejecución de cunetas provisionales o definitivas.

Las excavaciones se considerarán no clasificadas, y se definen con un precio único para cualquier tipo de terreno. La excavación especial de taludes en roca se abonará al precio único definitivo de excavación. Si durante las excavaciones aparecen manantiales o filtraciones motivadas por cualquier causa, se ejecutarán los trabajos de acuerdo con las indicaciones existentes a la normativa vigente, y se considerarán incluidos en los precios de excavación.

En los precios de las excavaciones está incluido el transporte a cualquier distancia.

Si a criterio del Director de las obras los materiales no son adecuados para la formación de terraplenes, se transportarán al vertedero, no siendo motivo de sobreprecio el posible incremento de distancia de transporte. El Director de las obras podrá autorizar el vertido de materiales a determinadas zonas bajas de las parcelas asumiendo el Contratista la obligación de ejecutar los trabajos de tendido y compactación, sin reclamar compensación económica de ningún tipo.

Medida y abono:



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente excavados, midiendo por diferencia entre los perfiles tomados antes y después de los trabajos.

No son abonables los desprendimientos o los aumentos de volumen sobre las secciones que previamente se hayan fijado en este Proyecto. Para el efecto de las medidas de movimiento de tierra, se entiende por metro cúbico de excavación el volumen correspondiente a esta unidad, referida al terreno tal como se encuentre donde se tenga que excavar.

Se entiende por volumen de terraplén, o relleno, el que corresponde a estas obras, después de ejecutadas y consolidadas, según lo que se prevé en estas condiciones.

Advertencia sobre los precios de las excavaciones:

Además de lo que se especifica en los artículos anteriores, y en otros donde se detalla la forma de la ejecución de las excavaciones, se tendrá que tener en cuenta lo siguiente:

- El Contratista, al ejecutar las excavaciones, se atenderá siempre a los planos e instrucciones del Facultativo. En caso que la excavación a ejecutar no fuese suficientemente definida, solicitará la aclaración antes de proceder a su ejecución. Por tanto, no serán abonables los desprendimientos ni los aumentos de secciones no previstos en el Proyecto o fijados por el Director Facultativo.

- Contrariamente, si siguiendo las instrucciones del Facultativo, el Contratista ejecutase menor volumen de excavación que el que habría de resultar de todos los planos, o de las prescripciones fijadas, solo se considerará de abono el volumen realmente ejecutado.

En todos los casos, los vacíos que queden entre las excavaciones y las fábricas, incluido el resultante de los desprendimientos, se tendrá que rellenar con el



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

mismo tipo de material, sin que el Contratista reciba, por esto, ninguna cantidad adicional.

En caso de duda sobre la determinación del precio de una excavación concreta, el contratista se atenderá a lo que decida el director facultativo, sin ajustarse a lo que, a efectos de valoración del presupuesto, figure en los presupuestos parciales del proyecto. Se entiende que los precios de las excavaciones incluyen, además de las operaciones y gastos ya indicados, todos los auxiliares y complementarios, como son: instalaciones, suministros y consumo de energía para alumbrado y fuerza, suministro de aguas, ventilación utilización de cualquier clase de maquinaria con todos sus gastos y amortizaciones, etc. así como las pegas producidas por las filtraciones o por cualquier otro motivo.

4.1.4 TERRAPLENES

Consistentes en el tendido y compactación de materiales terrenos procedentes de excavaciones o préstamos. Los materiales para formar terraplenes cumplirán las especificaciones de la normativa vigente. El equipo necesario para efectuar su compactación se determinará por el encargado facultativo, en función de las características del material a compactar, según el tipo de obra.

El contratista podrá utilizar un equipo diferente, por eso necesitará la autorización del director facultativo, que solo la concederá cuando, con el equipo propuesto por el contratista, obtenga la compactación requerida, al menos, al mismo grado que con el equipo propuesto por el facultativo encargado. A continuación se extenderá el material en tandas de grosor uniforme y suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga, en todo su grosor, el grado de compactación exigido.

Los materiales de cada capa serán de características uniformes, y si no lo fuesen se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados para eso.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

No se extenderá ninguna tanda mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumpla las condiciones exigidas, por tanto, sea autorizada su extendida por el encargado Facultativo. En caso que la tanda subyacente se haya reblandecido por una humedad excesiva, no se extenderá la siguiente.

Medida y abono:

Se medirán y abonarán por metro cúbico (m^3) realmente ejecutado y compactado a su perfil definitivo, midiendo por diferencia entre perfiles tomados antes y después de los trabajos.

El material a utilizar será en algún caso, procedente de la excavación a la traza;

En este caso el precio del relleno incluye la carga, transporte, extendido, humectación, compactación y nivelación.

En caso que el material provenga de préstamos, el precio correspondiente incluye la excavación, carga, transporte, extendido, humectación, compactación, nivelación y canon de préstamo correspondiente. Los terraplenes considerados como rellenos localizados, se ejecutarán de acuerdo con la normativa vigente al respecto, pero se medirán y abonarán como las unidades de terraplén.

Terraplén de suelos seleccionados de préstamos exteriores a la urbanización.

Cuando sea necesario obtener los materiales para formar terraplenes de préstamos exteriores al polígono, el precio del terraplén incluirá el canon de extracción, excavación, carga, transporte a cualquier distancia, extendido, humectación, compactación, nivelación y el resto de operaciones necesarias para dejar totalmente acabada la unidad de terraplén.

El contratista tendrá que localizar las zonas de préstamo, obtener los permisos y licencias que sean necesarios y, antes de empezar las excavaciones, tendrá



que someterse a la aprobación del director de las obras las zonas de préstamo, a fin de determinar si la calidad de los suelos es suficiente.

4.1.5 EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ZANJAS Y POZOS

La unidad de excavación de zanjás y pozos comprende todas las operaciones necesarias para abrir las zanjás definidas para la ejecución del alcantarillado, abastecimiento de agua, el resto de las redes de servicios, definidas en el presente proyecto, y las zanjás y pozos necesarios para cimientos o drenajes.

Las excavaciones se ejecutarán de acuerdo con las especificaciones de los planos del proyecto y normativa vigente, con los datos obtenidos del replanteo general de las obras, los planos de detalle y las órdenes de la dirección de las obras.

Las excavaciones se considerarán no clasificadas y se definen con un solo precio para cualquier tipo de terreno. Las excavaciones de roca y la excavación especial de taludes en roca, se abonará al precio único definido de excavación.

Si durante la ejecución de las excavaciones aparecen manantiales o filtraciones motivadas por cualquier causa, se utilizarán los medios que sean necesarios para agotar las aguas. El coste de las mencionadas operaciones estará comprendido en los precios de excavación.

El precio de las excavaciones comprende también las entibaciones que sean necesarias y el transporte de las tierras al vertedero, a cualquier distancia. La Dirección de las Obras podrá autorizar, si es posible, la ejecución de sobre-excavaciones para evitar las operaciones de apuntalamiento, pero los volúmenes sobre-excavados no serán objeto de abono. La excavación de zanjás se abonará por metros cúbicos (m^3) excavados de acuerdo con las medidas teóricas de los planos del proyecto.

El precio correspondiente incluye el suministro, transporte, manipulación y uso de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su ejecución; la limpieza y desbrozo de toda la vegetación; la construcción de obras de desguace, para



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

evitar la entrada de aguas; la construcción de los apuntalamientos y los calzados que se precisen; el transporte de los productos extraídos al lugar de uso, a los depósitos, o al vertedero; indemnizaciones a quien haga falta, y arreglo de las áreas afectadas.

Cuando durante los trabajos de excavación aparezcan servicios existentes, con independencia del hecho que se hayan contemplado o no al Proyecto, los trabajos se ejecutarán incluidos con medios manuales, para no estropear estas instalaciones, completándose la excavación con el calzado o suspendido en buenas condiciones de las conducciones de agua, gas, alcantarillado, instalaciones eléctricas, telefónicas, etc. o con cualquier otro servicio que sea preciso descubrir, sin que el contratista tenga ningún derecho a pagos por estos conceptos.

El rellenado de las zanjas se ejecutará con el mismo grado de compactación exigida a los terraplenes. El contratista utilizará los medios de compactación ligeros necesarios y reducirá el grosor de las tandas, sin que los mencionados trabajos puedan ser objeto de sobreprecio.

Si los materiales procedentes de las excavaciones de zanjas no son adecuados para el relleno, se obtendrán los materiales necesarios de los préstamos interiores de la urbanización, no siendo de abono los trabajos de excavación y transporte de los mencionados materiales de préstamos, y encontrándose incluidos al precio unitario de relleno de zanjas definido en el Cuadro de Precios no1. En caso de no poder contar con préstamos interiores de la urbanización, el material a utilizar se abonará según el precio de excavación de préstamos exteriores a la urbanización.



4.2 EQUIPOS ELECTRICOS

4.2.1 CONDICIONES GENERALES

El ofertante será el responsable del suministro de los equipos elementos eléctricos.

La mínima protección será IP54, según DIN 40050, garantizándose una protección contra depósitos nocivos de polvo y salpicaduras de agua; garantía de protección contra derivaciones.

Al objeto de no dejar descender la temperatura en el interior de los cuadros eléctricos por debajo de la condensación, se preverá calefacción con termostato 30 °C con potencia calorífica aproximada de 300 W/m³, garantizándose una distribución correcta del calor en aquellos de gran volumen. Mínima temperatura 20 °C. Se preverán prensaestopas de aireación en las partes inferiores de los armarios. En los armarios grandes, en la parte inferior y superior, para garantizar mejor la circulación del aire.

Así mismo no se dejará subir la temperatura en la zona de los cuadros eléctricos y de instrumentación por encima de los 35 °C por lo que el ofertante deberá estudiar dicha condición y los medios indicados en el proyecto, ventilación forzada y termostato ambiental, para que si no los considera suficiente prevea acondicionamiento de aire por refrigeración, integrada en los cuadros o ambiental para la zona donde están situados.

Así pues todos los armarios incorporarán además como elementos auxiliares propios, los siguientes accesorios:

- Ventilación forzada e independiente del exterior.
- Resistencia de calentamiento.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

- Refrigeración, en caso de que se requiera.
- Dispositivo químico-pasivo de absorción de la humedad.
- Iluminación interior.
- Seguridad de intrusismo y vandalismo.
- Accesibilidad a todos sus módulos y elementos.

Se tendrán en cuenta las condiciones ambientales de uso. Por ello, se aplicará la clasificación 721-2 de polvo, arena, niebla salina, viento, etc. según norma IEC 721.

Para determinar los dispositivos de protección en cada punto de la instalación se deberá calcular y conocer:

- a) La intensidad de empleo en función del $\cos \phi$, simultaneidad, utilización y factores de aplicación previstos e imprevistos. De éste último se fijará un factor, y éste se expresará en la oferta.
- b) La intensidad del cortocircuito.
- c) El poder de corte del dispositivo de protección, que deberá ser mayor que la I_{cc} (intensidad de cortocircuito) del punto en el cual está instalado.
- d) La coordinación del dispositivo de protección con el aparellaje situado aguas abajo.
- e) La selectividad a considerar en cada caso, con otros dispositivos de protección situados aguas arriba.

Se determinará la sección de fases y la sección de neutro en función de protegerlos contra sobrecargas, verificándose:

- a) La intensidad que pueda soportar la instalación será mayor que la intensidad de empleo, previamente calculada.
- b) La caída de tensión en el punto más desfavorable de la instalación será inferior a la caída de tensión permitida, considerados los casos más desfavorables, como por ejemplo tener todos los equipos en marcha con las condiciones ambientales extremas.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

c) Las secciones de los cables de alimentación general y particular tendrán en cuenta los consumos de las futuras ampliaciones.

Se verificará la relación de seguridad (V_c / V_L), tensión de contacto menor o igual a la tensión límite permitida según los locales ITC-BT-24, protección contra contactos directos e indirectos.

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se hará, preferentemente, con interruptores automáticos de alto poder de cortocircuito, con un poder de corte aproximado de 50 kA, y tiempo de corte inferior a 10 ms. Cuando se prevean intensidades de cortocircuito superiores a las 50 kA, se colocarán limitadores de poder de corte mayor que 100 kA y tiempo de corte inferior a 5 ms.

Estos interruptores automáticos tendrán la posibilidad de rearme a distancia a ser mandados por los PLC del telemando. Así mismo poseerán bloques de contactos auxiliares que discriminen y señalicen el disparo por cortocircuito, del térmico, así como posiciones del mando manual. Idéntica posibilidad de rearme a distancia tendrán los detectores de defecto a tierra.

Las curvas de disparo magnético de los disyuntores, L-V-D, se adaptarán a las distintas protecciones de los receptores.

La protección contra choque eléctrico será prevista, y se cumplirá con las normas UNE 20-383 y ITC-BT-24. La determinación de la corriente admisible en las canalizaciones y su emplazamiento será, como mínimo, según lo establecido en ITC-BT-04. La corriente de las canalizaciones será 1,5 veces la corriente admisible.

Las caídas de tensión máximas autorizadas serán según ITC-BT-19, siendo el máximo, en el punto más desfavorable, del 3% en iluminación y del 5% en fuerza. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente, en las condiciones atmosféricas más desfavorables.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

Los conductores eléctricos usarán los colores distintivos según normas UNE, y serán etiquetados y numerados para facilitar su fácil localización e interpretación en los planos y en la instalación.

El sistema de instalación será según la instrucción ITC-BT-20 y otras por interiores y receptores, teniendo en cuenta las características especiales de los locales y tipo de industria.

El ofertante debe detallar en su oferta todos los elementos y equipos eléctricos ofrecidos, indicando nombre de fabricante.

Además de las especificaciones requeridas y ofrecidas, se debe incluir en la oferta:

- a) Memorando de cálculos de carga, de iluminación, de tierra, protecciones y otros que ayuden a clasificar La calidad de las instalaciones ofertadas.
- b) Diseños preliminares y planos de los sistemas ofertados. En planos se empleará simbología normalizada S/UNE 20.004. Se tenderá a homogeneizar el tipo de esquema, numeración de borneros de salida y entrada y en general todos los elementos y medios posibles de forma que facilite el mantenimiento de las instalaciones.



4.2.2 CUADROS ELECTRICOS

En los cuadros eléctricos se incluirán pulsadores frontales de marcha y parada, con señalización del estado de cada aparato (funcionamiento y avería). El concursante razonará el tipo elegido, indicando las siguientes características:

- Estructura de los cuadros, con dimensiones, materiales empleados (perfiles, chapas, etc.), con sus secciones o espesores, protección antioxidante, pinturas, etc.
- Compartimientos en que se dividen.
- Elementos que se alojan en los cuadros (embarrados, aisladores, etc.), detallando los mismos.
- Interruptores automáticos.
- Salida de cables, relés de protección, aparatos de medida y elementos auxiliares.
- Protecciones que, como mínimo, serán:
 - Mínima tensión, en el interruptor general automático.
 - Sobrecarga en cada receptor.
 - Cortocircuitos en cada receptor.
 - Defecto a tierra, en cada receptor superior a 10 CV. En menores reagrupados en conjunto de máximo 4 elementos. Estos elementos deben ser funcionalmente semejantes.
- Desequilibrio, en cada motor.

Se proyectarán y razonarán los enclavamientos en los cuadros, destinados a evitar falsas maniobras y para protección contra accidentes del personal, así como en el sistema de puesta a tierra del conjunto de las cabinas.

La distribución del cuadro será de tal forma que la alimentación sea la celda central y a ambos lados se vayan situando las celdas o salidas cuando sea necesario.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro eléctrico a una urbanización”

En las tapas frontales se incluirá un sinóptico con el esquema unipolar plastificado incluyendo los aparatos de indicación, marcha, protección y título de cada elemento con letreros también plastificados. Se indicarán los fabricantes de cada uno de los elementos que componen los cuadros y el tipo de los mismos.

Características.

- Fabricante: A determinar por el contratista.
- Tensión nominal de empleo: 400 V.
- Tensión nominal de aislamiento: 750 V.
- Tensión de ensayo: 2.500 V durante 1 segundo. - Intensidades nominales en el embarrado horizontal: 500, 800, 1.000, 1.250, 2.500 amperios
- Resistencia a los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuitos: 50 kA.
- Protección contra agentes exteriores: IP-54, según IEC, UNE, UTE y DIN.
- Dimensiones: varias, con longitud máxima de 2000 mm.



•

4.2.3 ALUMBRADO GENERALIDADES.

Las luminarias serán estancas, con reactancias de arranque rápido y con condensador corrector del coseno de ϕ , $\cos \phi$, incorporado. Se efectuará un estudio completo de iluminación tanto para interiores y exteriores justificando los lux obtenidos en cada caso. Antes de la recepción provisional estos lux serán verificados con un luxómetro por toda el área iluminada, la cual tendrá una iluminación uniforme.

Alumbrado interior:

Proporcionará un nivel de iluminación suficiente para desarrollar la actividad prevista a cada instalación que como mínimo cumplirá:

- Almacenaje, embalaje y zonas de poca actividad: 150 Lx.
- Zonas de actividad media, mantenimiento esporádico: 325 Lx.
- Zonas de gran actividad, mantenimiento medio (taladrado, torneado, soldadura, etc.): 600 Lx.
- Zonas de precisión, ajuste, pulido, etc.: 1000 Lx. En cualquier caso y ante la duda estarán por encima de las intensidades mínimas de iluminación según la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo en una proporción del 50%.

Además de la cantidad se determinará la calidad de la iluminación que en líneas generales cumplirá con:

- 1) Eliminación o disminución de las causas de deslumbramiento capaces de provocar una sensación de incomodidad e incluso una reducción de la capacidad visual.
- 2) Elección del dispositivo de iluminación y su emplazamiento de tal forma que la dirección de luz, su uniformidad, su grado de difusión y el tipo de sombras se adapten lo mejor posible a la tarea visual y a la finalidad del local iluminado.
- 3) Adaptar una luz cuya composición espectral posea un buen rendimiento en color.
- 4) La reproducción cromática será de calidad muy buena (índice Ra entre 85 y 100).



5) La temperatura de color de los puntos de luz estará entre 3000 y 5500 grados Kelvin. 6) Se calculará un coeficiente de mantenimiento bajo, del orden de 0,7. 7) Los coeficientes de utilización y rendimiento de la iluminación se procurará que sean los mayores posibles.

Alumbrado exterior:

Las luminarias exteriores serán de tipo anti vandálico e inastillable. Los soportes, farolas, brazos murales, báculos y demás elementos mecánicos serán galvanizados en caliente. Las lámparas serán de vapor de sodio de alta presión color corregido. Tendrán incorporado el condensador corrector del coseno de phi.

Para proyectar el tipo de luminaria se tendrá en cuenta:

- La naturaleza del entorno para emplear de uno o dos hemisferios.
- Las características geométricas del área a iluminar.
- El nivel medio de iluminación, que nunca sea inferior a 15 lux.
- La altura del punto de luz será el adecuado a los lúmenes.
- El factor de conservación será del orden de 0,6.
- El rendimiento de la instalación y de la iluminación según el proyecto y el fabricante, tendiéndose al mayor posible.

Iluminación de seguridad.

Estará formada por aparatos autónomos automáticos que cumplan con las normas UNE 20- 062- 73 y 20- 392- 75 y demás disposiciones vigentes de seguridad. Serán del tipo fluorescente con preferencia. En las instalaciones eléctrico-mecánicas con un grado de protección mínimo de IP-54. En oficinas IP-22.



4.2.4 RED DE PUESTA A TIERRA

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24 V, respecto de la tierra.

Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, así como enchufes, etc., dispondrán de su toma de tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el reglamento de B.T.

Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones complementarias.

Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc.

Donde se prevea falta de humedad o terreno de poca resistencia se colocarán tubos de humidificación además de reforzar la red con aditivos químicos.

La resistencia mínima a corregir no alcanzará los 4 ohmios. La estructura de obra civil será conectada a tierra.



4.2.5 INSTALACIONES DE ACOMETIDAS

El contratista contactará con la correspondiente compañía eléctrica de forma que técnicamente las instalaciones se realicen de acuerdo con las normas de la compañía.

Así mismo los proyectos de instalaciones serán presentados a industria con la máxima celeridad para obtener los permisos correspondientes. Todos los gastos ocasionados por la acometida y por los permisos de industria estarán en los precios del presupuesto.

4.2.6 PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

Se deberá estudiar e incluir si es necesario un sistema de protección total de las instalaciones de acuerdo con las normas vigentes en conformidad con la resistencia de tierra y las áreas geográficas. Deberá entregarse un memorando de cálculos sobre el método seguido para cada caso.

Este sistema englobará tanto la protección general de cada instalación como la particular de elementos ya sea esta última con separadores galvánicos, circuitos RC, etc.

4.2.7 LAMPARAS DE SEÑALIZACION

Todas las lámparas de señalización serán del tipo LED estandarizadas y normalizadas.

Los colores que se emplearán serán los siguientes:

- Verde: indicación de marcha.
- Amarillo: indicación de avería leve. Intermitente alarma leve.



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

- Rojo: indicación de avería grave. Intermitente alarma grave.
- Blanco: indicación informativa, de estado, de posición, etc

Todas las lámparas de señalización se verificarán a través de un pulsador de prueba.

Zamora, junio de 2017

El autor del Proyecto

Fdo.: Carlos Vaquero Rodríguez



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”



DOCUMENTO N° 3: Mediciones y Presupuesto



• **ÍNDICE: DOCUMENTO N°3: MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

1. CUADROS DE PRECIOS

1.1 RED DE MEDIA TENSIÓN	1
1.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	2
1.3 RED DE BAJA TENSIÓN	4
1.4 GESTIÓN DE RESIDUOS	5
1.5 ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD	6

2. PRESUPUESTOS Y MEDICIONES

1.1 RED DE MEDIA TENSIÓN	7
1.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	8
1.3 RED DE BAJA TENSIÓN	10
1.4 GESTIÓN DE RESIDUOS	11
1.5 ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD	12

3. RESUMEN PRESUPUESTO.....



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

1. CUADRO DE PRECIOS

Red de Media tensión

UNIDADES	RESUMEN	PRECIO
metros	CONDUCTOR HEPRZ1 12/20 kV 3x240mm AL	24,00 €
metros	CANALIZACIÓN TUBO PE CORRUGADO 160mm	68,00 €
	Canalización para tubos de PE 160 mm, de sección transversal indicada en planos, tipo Acera o Calzada, completamente instalado.	
unidad	ARQUETA MODULAR M.T.	300,00 €
unidad	CINTA DE SEÑALIZACIÓN	125,00 €



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

2. CUADRO DE PRECIOS

Centro de Transformación

UNIDADES	RESUMEN	PRECIO
unidad	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO Edificio prefabricado de hormigón monobloque, modelo PFU-7 de Ormazábal, completamente instalado.	16.400,00 €
unidad	CELDA DE LINEA Celda de 24 kV, frecuencia 50 hz, intensidad 400 A con envolvente de acero inoxidable, estanca y sellada con partes activas, completamente instalado.	2.250,00 €
unidad	CELDA DE PROTECCIÓN Celda de protección 24kV, frecuencia 50 hz, intensidad de 400 A con envolvente de acero inoxidable, estanca y sellada con partes activas, interruptor seccionador con SF6 de 200 A y poder de cierre de 40kA cresta, completamente instalado	2.750,00 €
unidad	TRANSFORMADOR Transformador Gedelsa S.A. 630 kVA, en aceite con dispositivo de llenado y vaciado y conmutador accesible, completamente instalado.	6.000,00 €
unidad	CGBT Cuadro general de baja tensión con función de embarrado y protección.	1.400,00 €



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

Centro de Transformación

UNIDADES	RESUMEN	PRECIO
unidad	FUSIBLES	35,00 €
	Fusibles de 315 A	
metros	CONDUCTOR INTERCONEXIONADO AT	18,00 €
	Conductor HPRZ1 1x50mm ² AL unipolar seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina con terminales enchufables de 200 A	
unidad	PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN	300,00 €
unidad	Puesta a tierra de protección, con indicado en el plano correspondiente y designación UNESA electrodo	
unidad	PUESTA A TIERRA DE SERVICIO	200,00 €
unidad	MATERIAL DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD	650,00 €
	Cartel de primero auxilios, cartel de riesgo eléctrico, cajón para la información propia del centro, material de seguridad, guantes de protección, banqueta aislante, pértiga detectora de tensión, pértiga de maniobra, pértiga de salvamiento, extintor.	
unidad	LUMINARIA DE ALUMBRADO	60,00 €



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

3. CUADRO DE PRECIOS

Red de Baja tensión		
UNIDADES	RESUMEN	PRECIO
metros	LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN Conductor 3xRV0,6/1kV 240mm ² AL + 1x RV 0,6 / 1 kV 150 mm ² AL, entrada al CGBT con fusible de 315A, excavaciones, acopio, tendido, hormigonado, completamente instalado.	13,00 €
metros	CANALIZACIÓN TUBO PE CORRUGADO 160mm Canalización para tubos de PE 160 mm, de sección transversal indicada en planos, tipo Acera o Calzada. Totalmente terminada.	68,00 €
unidad	ARQUETA MODULAR B. T.	300,00 €
unidad	CINTA DE SEÑALIZACIÓN	125,00 €



4. CUADRO DE PRECIOS

GESTIÓN DE RESIDUOS

UNIDADES	RESUMEN	PRECIO
unidad	GESTIÓN DE RESIDUOS	4.000,00 €



5. CUADRO DE PRECIOS

E. B. SEGURIDAD Y SALUD

UNIDADES	RESUMEN	PRECIO
unidad	E. B. SEGURIDAD Y SALUD	1. 600,00 €



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

6. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Red de Media tensión

UNIDADES	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
metros	CONDUCTOR HEPRZ1 12/20 kV 3x240mm AL	150	24,00 €	3.600,00 €
metros	CANALIZACIÓN TUBO PE CORRUGADO 160mm	150	68,00 €	10.200,00 €
	Canalización para tubos de PE 160 mm, de sección transversal indicada en planos, tipo Acera o Calzada, completamente instalado.			
unidad	ARQUETA MODULAR M.T.	1	300,00 €	300,00 €
unidad	CINTA DE SEÑALIZACIÓN		125,00 €	125,00 €
TOTAL CAPITULO 01 MEDIA TENSIÓN				14.225,00 €



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

7. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Centro de Transformación

UNIDADES	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
unidad	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO	1,00	16.400 €	16.400,00 €
	Edificio prefabricado de hormigón monobloque, modelo PFU-7 de Ormazábal, completamente instalado.			
unidad	CELDA DE LINEA	2,00	2.250 €	4.500,00 €
	Celda de 24 kV, frecuencia 50 hz, intensidad 400 A con envolvente de acero inoxidable, estanca y sellada con partes activas, completamente instalado.			
unidad	CELDA DE PROTECCIÓN	2,00	2.750 €	5.500,00 €
	Celda de protección 24kV, frecuencia 50 hz, intensidad de 400 A con envolvente de acero inoxidable, estanca y sellada con partes activas, interruptor seccionador con SF6 de 200 A y poder de cierre de 40kA cresta, completamente instalado			
unidad	TRANSFORMADOR	2,00	6.000 €	12.000,00 €
	Transformador Gedelsa S.A. 630 kVA, en aceite con dispositivo de llenado y vaciado y conmutador accesible, completamente instalado.			
unidad	CGBT	2,00	1.400 €	2.800,00 €
	Cuadro general de baja tensión con función de embarrado y protección.			



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

Centro de Transformación

UNIDADES	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
unidad	FUSIBLES	30	35 €	1.050,00 €
	Fusibles de 315 A			
metros	CONDUCTOR INTERCONEXIONADO AT	10	18 €	180,00 €
	Conductor HPRZ1 1x50mm2 AL unipolar seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina con terminales enchufables de 200 A			
unidad	PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN	1	300 €	300,00 €
unidad	Puesta a tierra de protección, con indicado en el plano correspondiente y designación UNESA electrodo			
unidad	PUESTA A TIERRA DE SERVICIO	1	200 €	200,00 €
unidad	MATERIAL DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD	1	650 €	650,00 €
	Cartel de primero auxilios, cartel de riesgo eléctrico, cajón para la información propia del centro, material de seguridad, guantes de protección, banqueta aislante, pértiga detectora de tensión, pértiga de maniobra, pértiga de salvamiento, extintor.			
unidad	LUMINARIA DE ALUMBRADO	1	60 €	60,00 €
TOTAL CAPITULO 02 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN				43.640,00 €



8. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Red de Baja tensión

UNIDADES	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
metros	LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN	1090	13 €	14.170 €
	Conductor 3xRV0,6/1kV240mm ² AL +1x RV 0,6 / 1 kV 150 mm ² AL, entrada al CGBT con fusible de 315A, excavaciones, acopio, tendido, hormigonado, completamente instalado.			
metros	CANALIZACIÓN TUBO PE CORRUGADO 160mm	1090	68 €	74.120 €
	Canalización para tubos de PE 160 mm, de sección transversal indicada en planos, tipo Acera o Calzada. Totalmente terminada.			
unidad	ARQUETA MODULAR B. T.	44	300 €	13.200 €
unidad	CINTA DE SEÑALIZACIÓN	6	125 €	759 €
TOTAL CAPITULO 03 BAJA TENSIÓN				102.249 €



9. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

GESTIÓN DE RESIDUOS

UNIDADES	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
unidad	GESTIÓN DE RESIDUOS	1	4.000 €	4.000 €
TOTAL CAPITULO 04 GESTIÓN DE RESIDUOS				4.000 €



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

10. PRESUPUESTO Y MEDICIONES

E. B. SEGURIDAD Y SALUD

UNIDADES	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
unidad	E. B. SEGURIDAD Y SALUD	1	1.600 €	1.600 €
TOTAL CAPITULO 05 E.B. SEGURIDAD Y SALUD				1.600 €



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar
suministro eléctrico a una urbanización”

RESUMEN PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
1	MEDIA TENSIÓN	14.225,00 €
2	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	43.640,00 €
3	BAJA TENSIÓN	102.249,00 €
4	GESTIÓN DE RESIDUOS	4.000,00 €
5	E.B. SEGURIDAD Y SALUD	1.600,00 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		165.714 €
6,00%	BENEFICIO INDUSTRIAL	9.942,84 €
13,00%	GASTOS GENERALES	21.542,82 €
	SUMA G.G. Y B.I.	31.485,66 €
21,00%	I.V.A	41.411,93 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		238.611,59 €

EL PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA ASCIENDE A
DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS ONCE EUROS CON
CINCUENTA Y NUEVE CENTIMOS.

Zamora, junio de 2017

El autor del Proyecto

Fdo.: Carlos Vaquero Rodríguez



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

DOCUMENTO N° 4: Planos

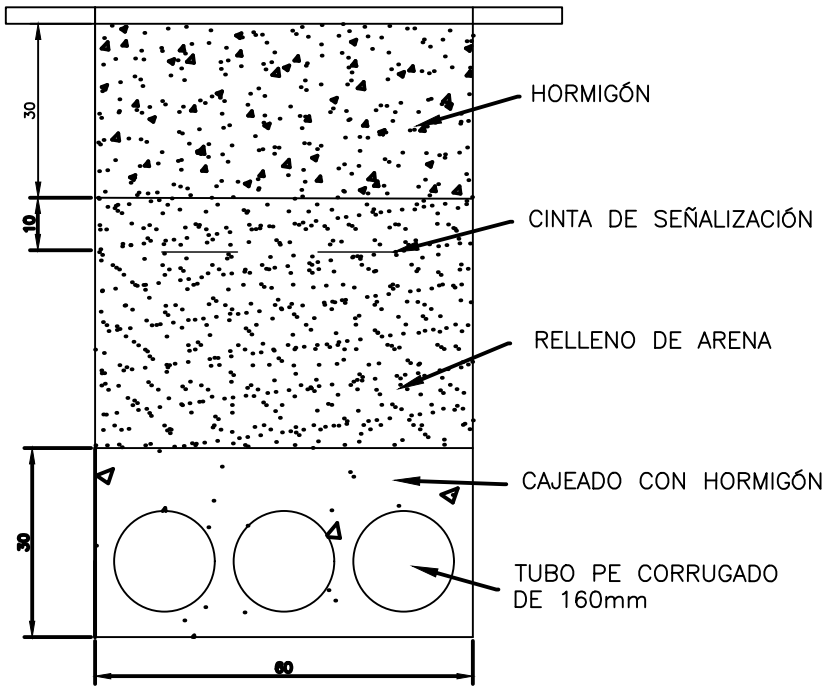


“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

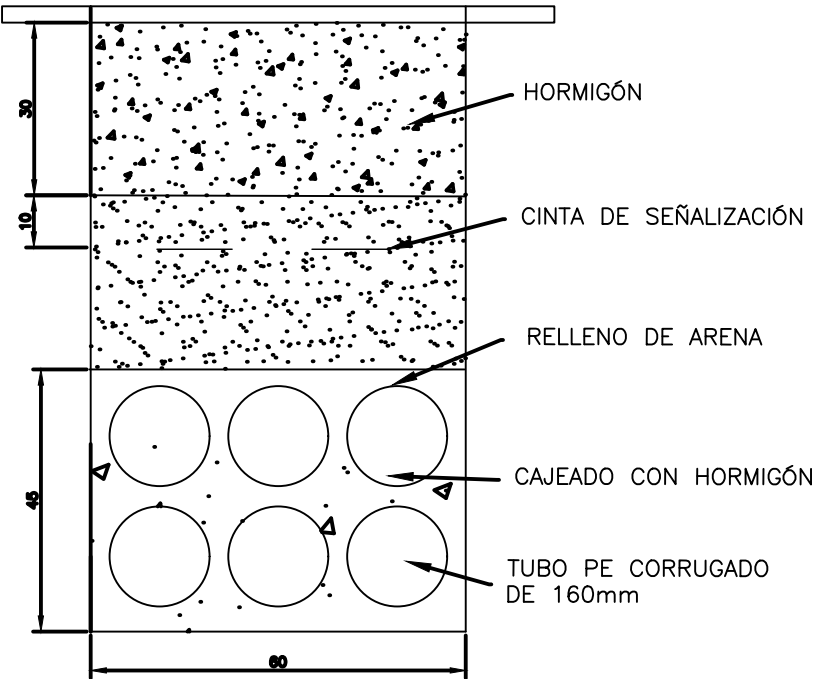
• **ÍNDICE: DOCUMENTO N°4: PLANOS**

PLANO 1: SITUACION Y EMPLAZAMIENTO	1
PLANO 2: RED DE MEDIA TENSIÓN	2
PLANO 3: DISTRIBUCION DE LA URBANIZACIÓN.....	3
PLANO 4: LINEAS DE DISTRIBUCION DE BAJA TENSION T1	4
PLANO 5: LINEAS DE DISTRIBUCION DE BAJA TENSION T2	5
PLANO 6: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	6
PLANO 7: ESQUEMA UNIFILAR C. T.....	7
PLANO 8: ARQUETAS.....	8
PLANO 9: CANALIZACIONES	9

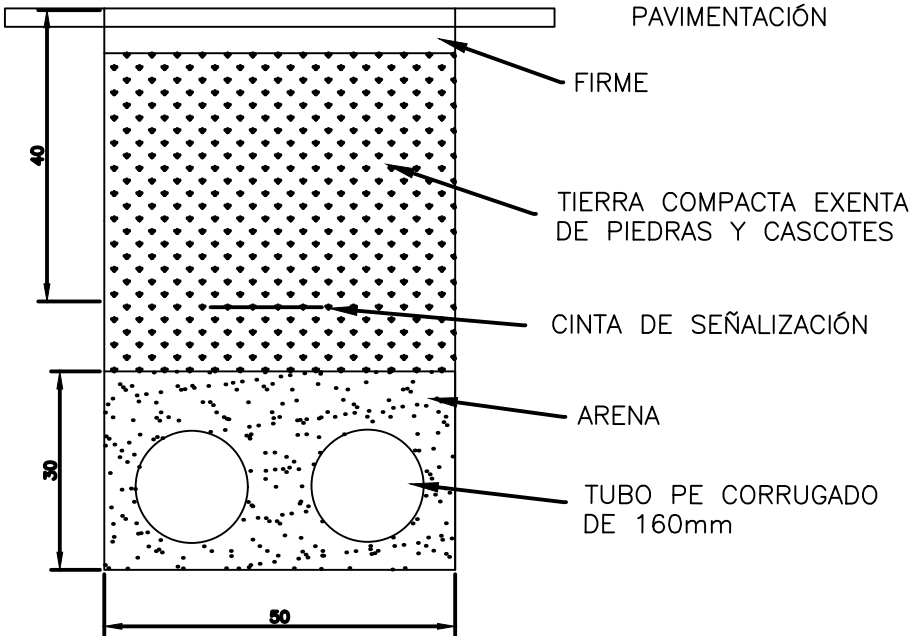
CANALIZACIÓN PARA
M.T. BAJO CALZADA




CANALIZACIÓN PARA
B.T. BAJO CALZADA
6X160 mm




CANALIZACIÓN PARA
B.T. BAJO ACERA
2X160 mm

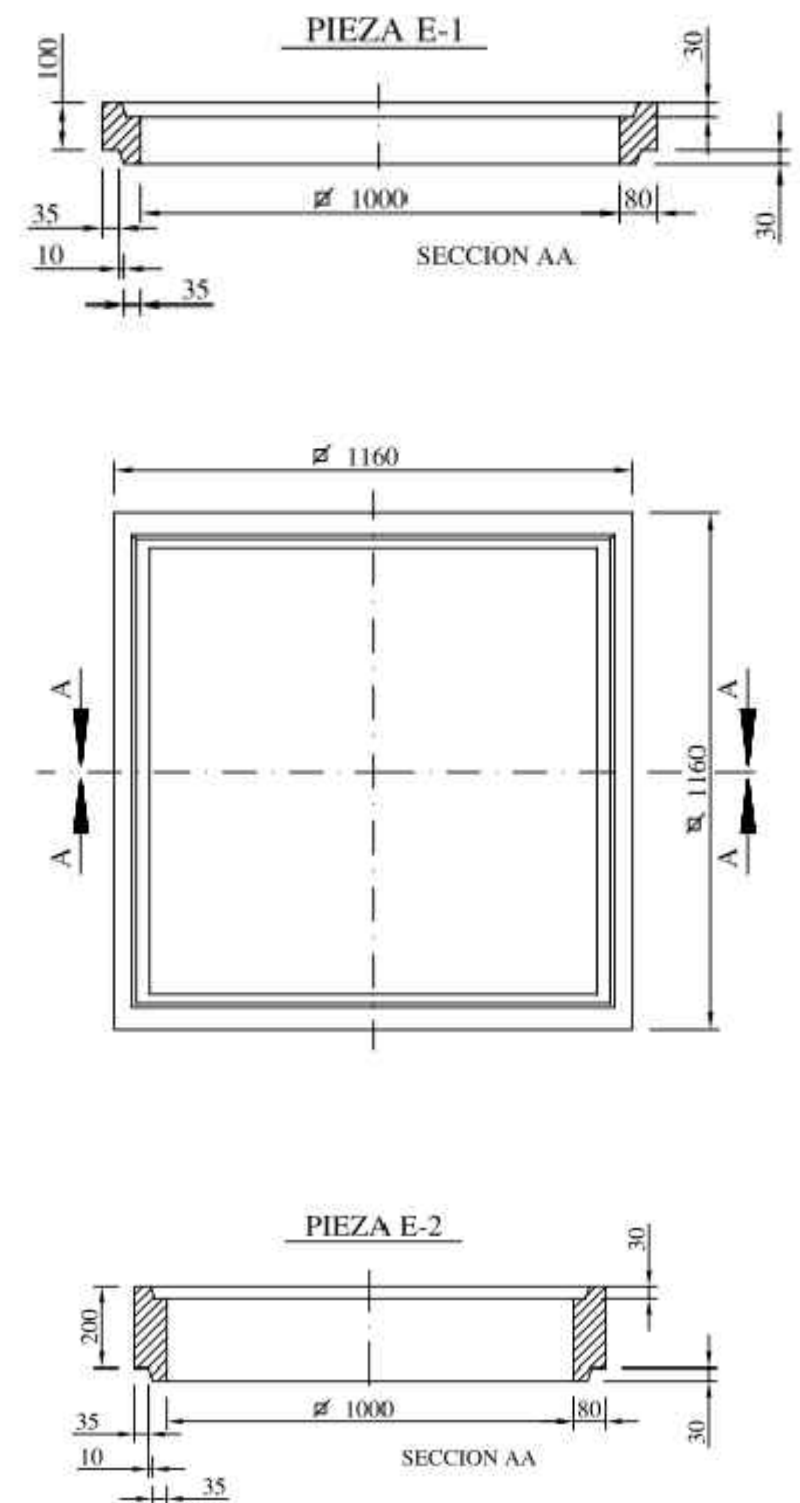
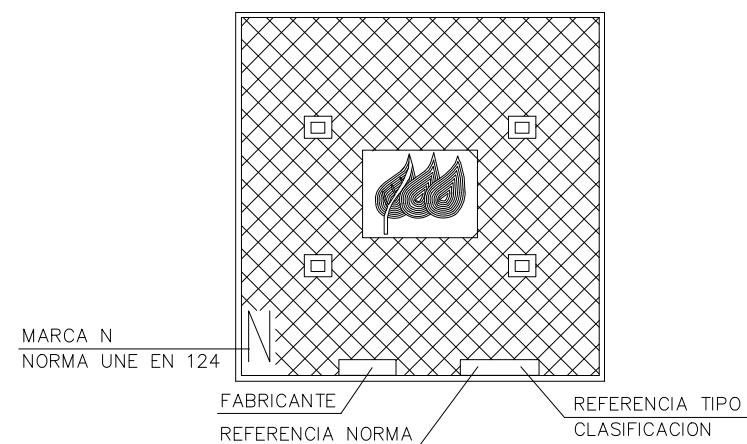
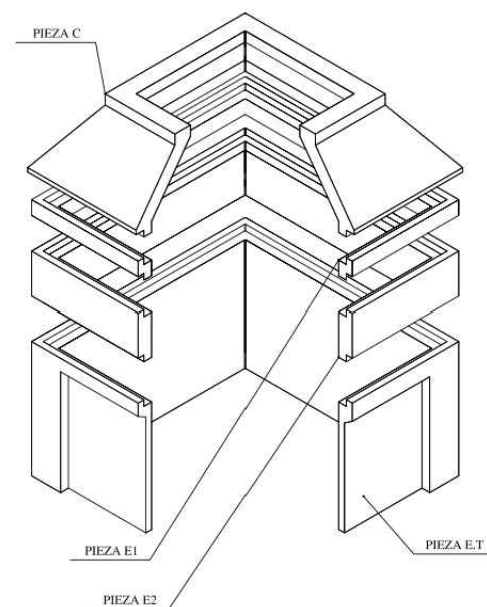






CÁLCULO DE LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PARA DAR SUMINISTRO ELÉCTRICO A UNA URBANIZACIÓN



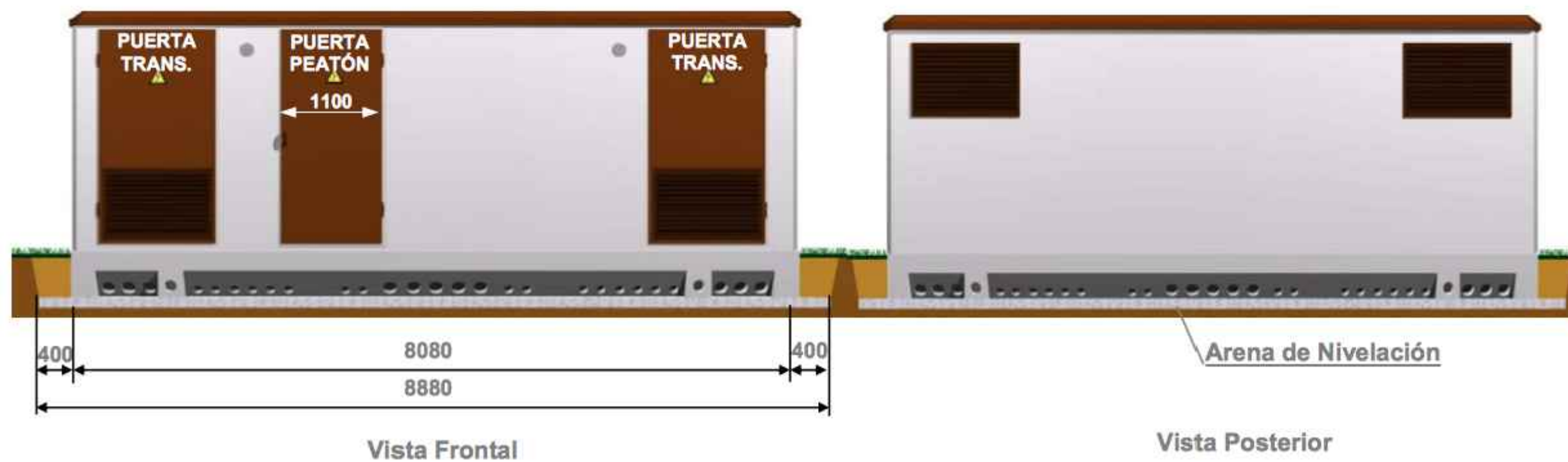
PLANO Nº: P.9	PLANO: CANALIZACIONES	ESCALA: S/E
FECHA: JUNIO 2017	PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA	AUTOR DEL PROYECTO: CARLOS VAQUERO RODRÍGUEZ
FIRMA:		



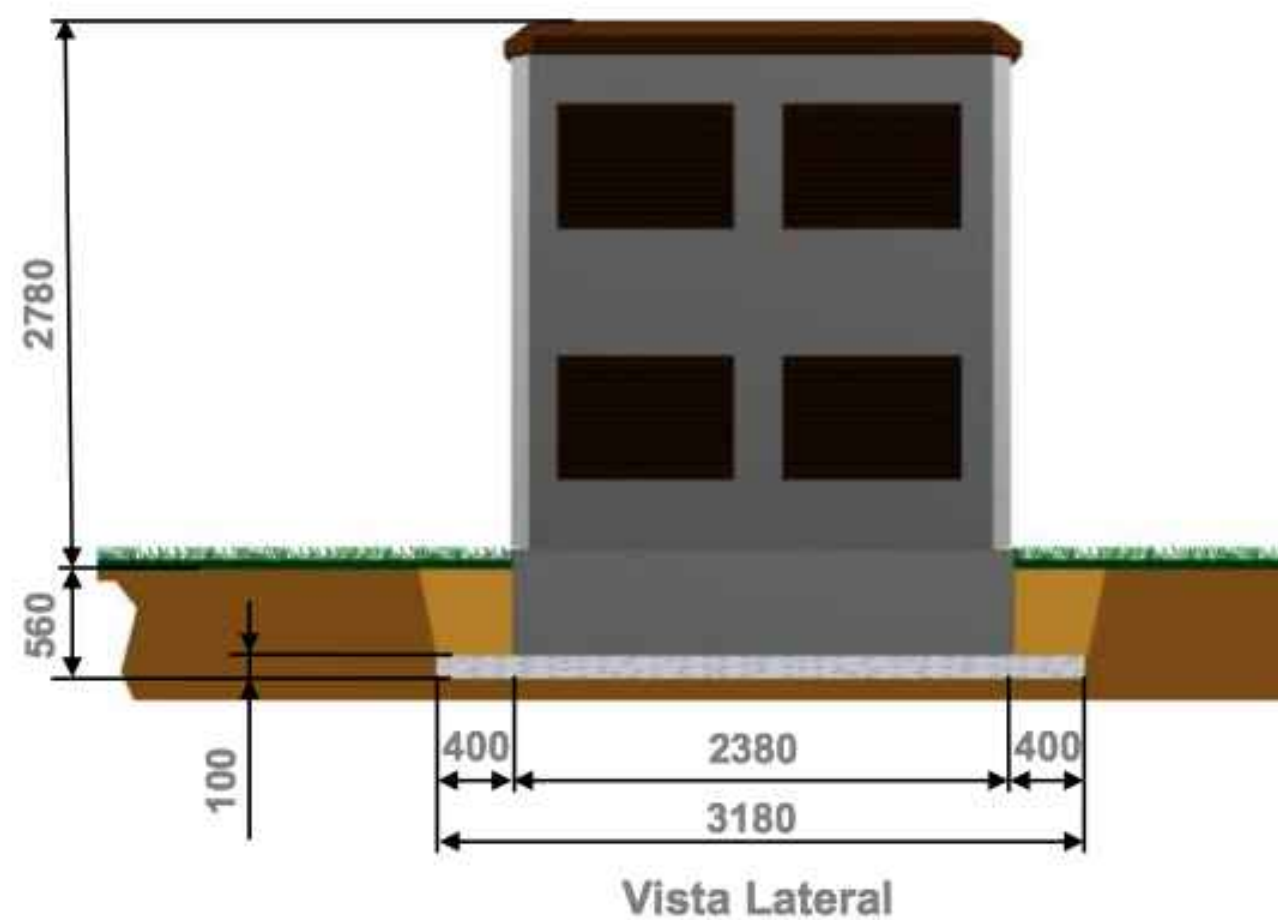
	<h2 style="margin: 0;">CÁLCULO DE LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PARA DAR SUMINISTRO ELÉCTRICO A UNA URBANIZACIÓN</h2>	
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA		



PLANO Nº:	PLANO:	ESCALA:
P.8	ARQUETAS	S/E

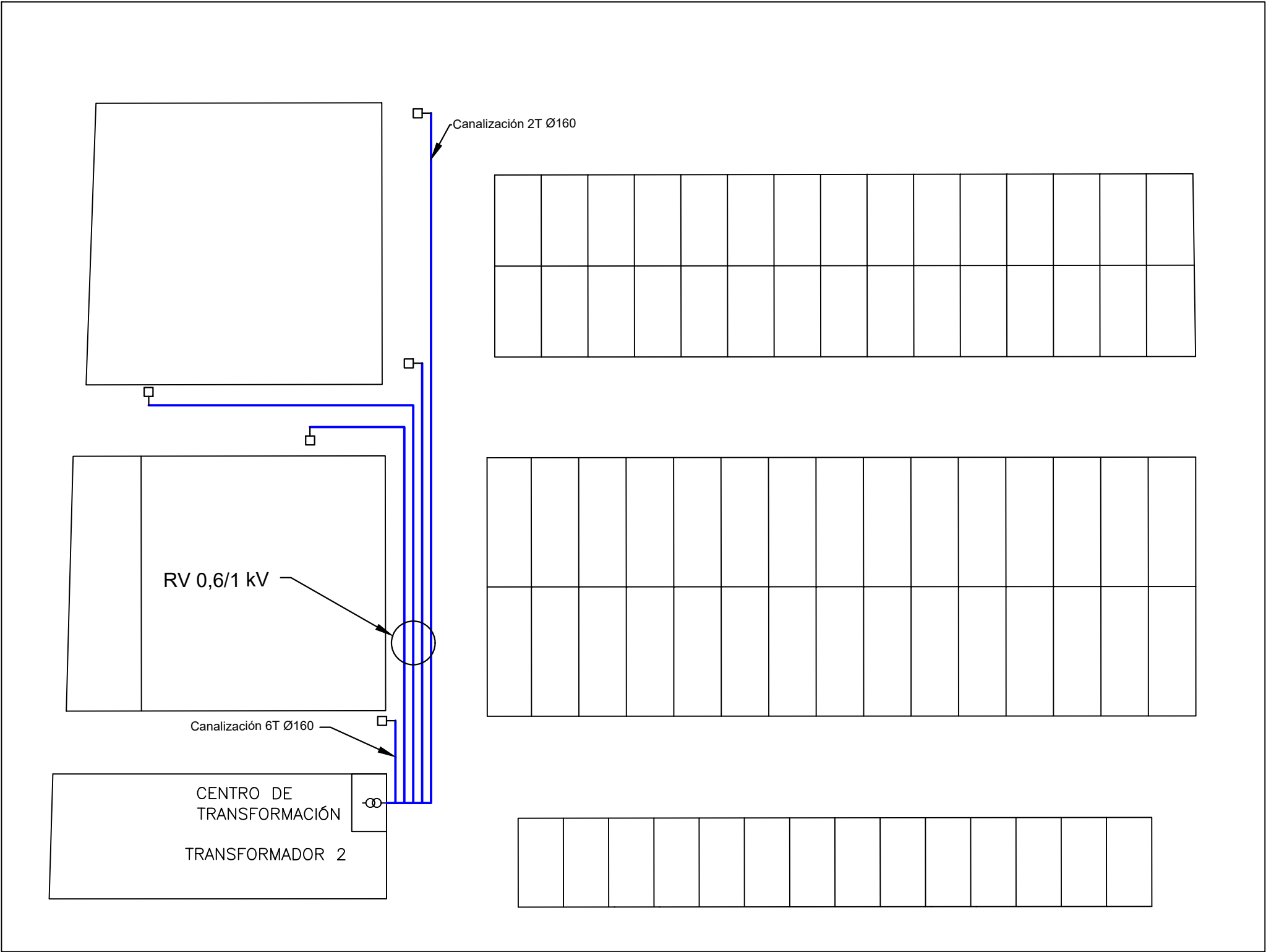
FECHA:	PETICIONARIO:	AUTOR DEL PROYECTO:	FIRMA:
JUNIO 2017	UNIVERSIDAD DE SALAMANCA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA	CARLOS VAQUERO RODRÍGUEZ	





Centro de transformación tipo caseta prefabricada Ormazábal PFU-7

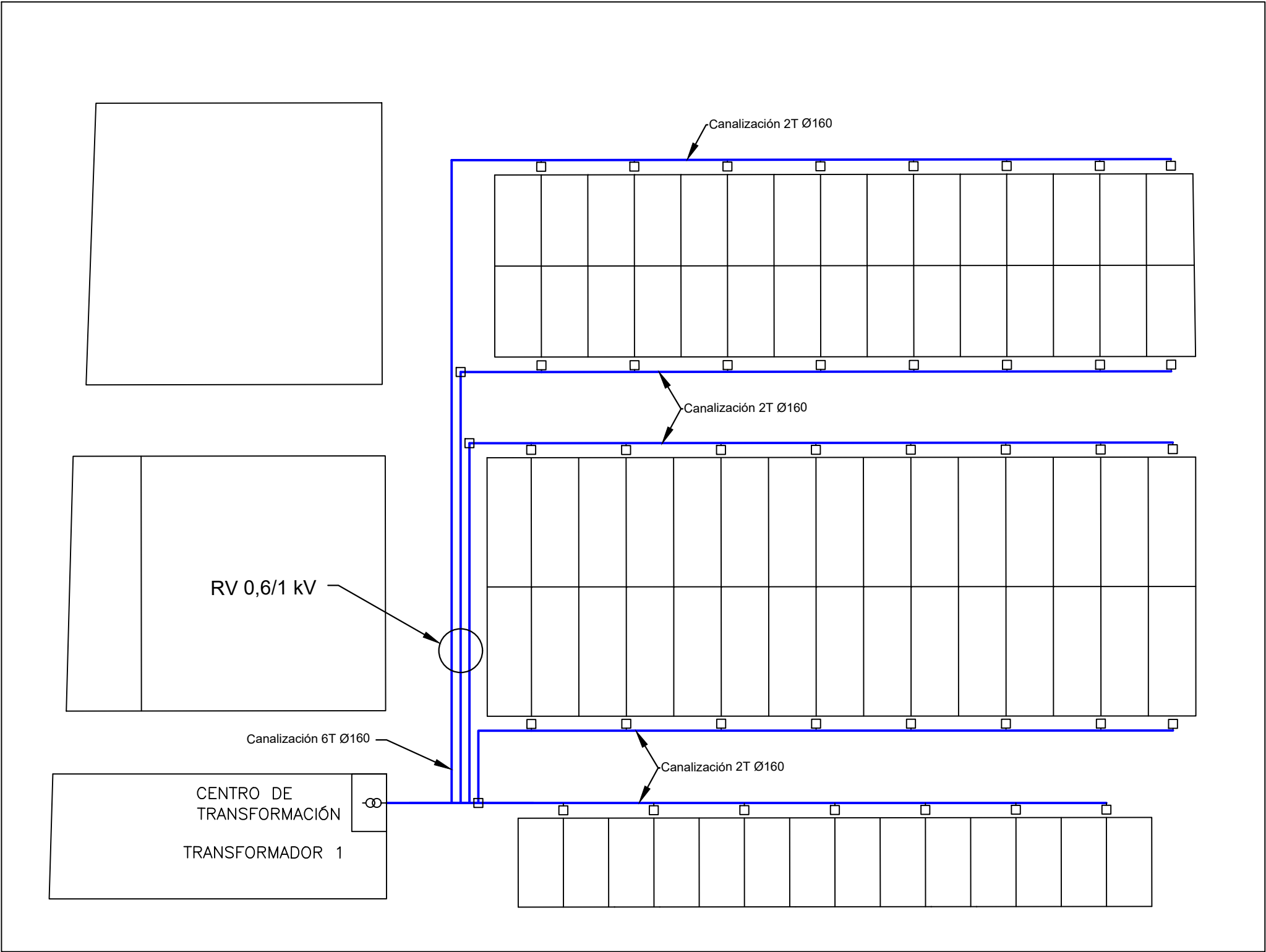


 UNIVERSIDAD DE SALAMANCA			
<p align="center">CÁLCULO DE LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PARA DAR SUMINISTRO ELÉCTRICO A UNA URBANIZACIÓN</p>			
PLANO N°: P.6	PLANO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		ESCALA: S/E
FECHA: JUNIO 2017	PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA	AUTOR DEL PROYECTO: CARLOS VAQUERO RODRÍGUEZ	FIRMA:





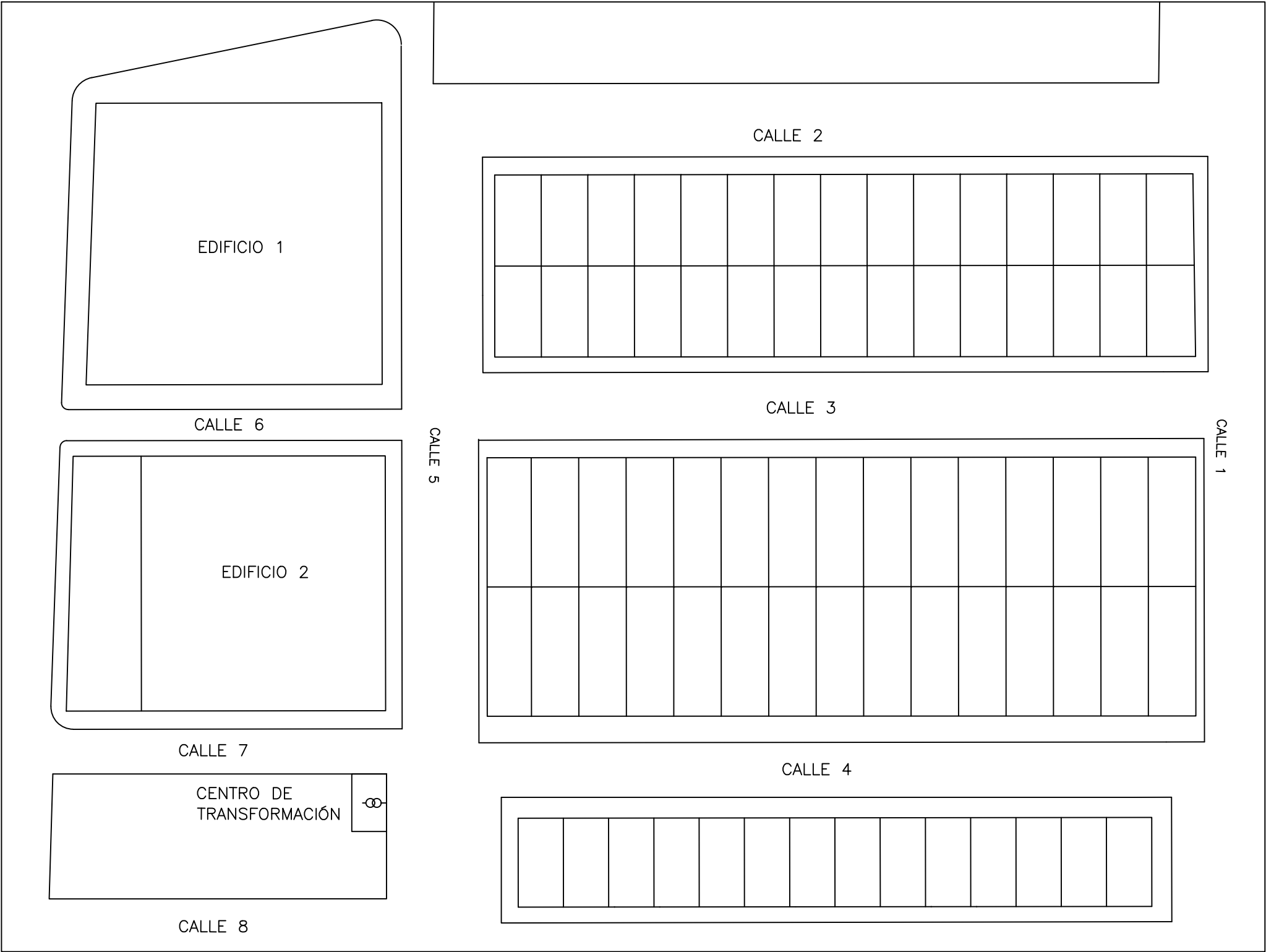
Red B.T. Conductor RV-0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al



 UNIVERSIDAD DE SALAMANCA		CÁLCULO DE LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PARA DAR SUMINISTRO ELÉCTRICO A UNA URBANIZACIÓN		
PLANO Nº: P.5	PLANO: LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN T.2		ESCALA: S/E	
FECHA: JUNIO 2017	PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA	AUTOR DEL PROYECTO: CARLOS VAQUERO RODRÍGUEZ		FIRMA:



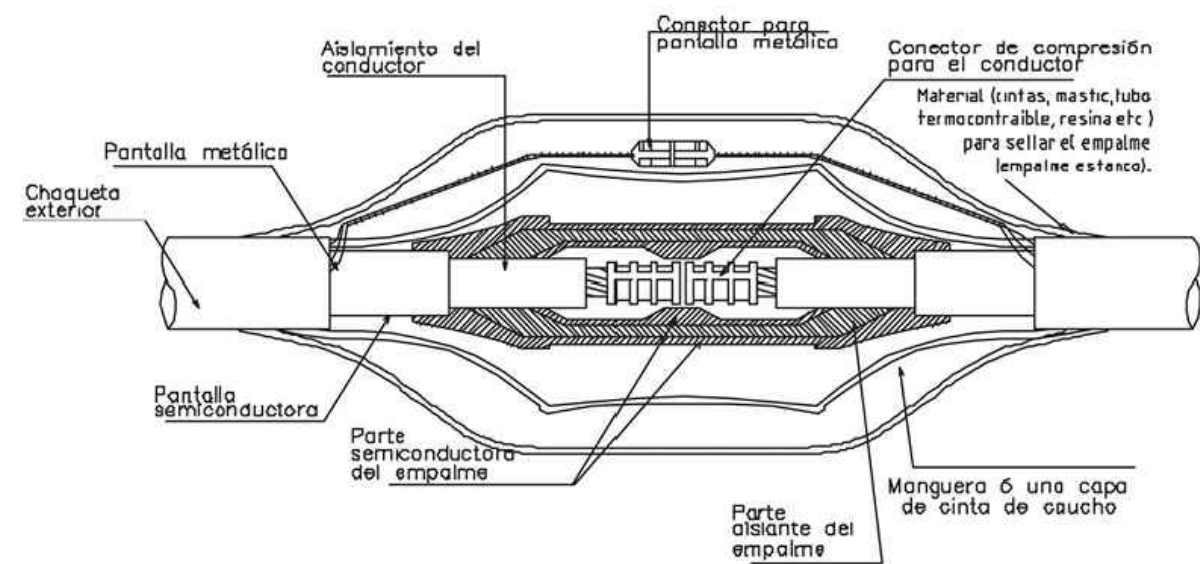
— Red B.T. Conductor RV-0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al

 UNIVERSIDAD DE SALAMANCA		CÁLCULO DE LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PARA DAR SUMINISTRO ELÉCTRICO A UNA URBANIZACIÓN		
PLANO N°: P.4	PLANO: LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN T.1			ESCALA: S/E
FECHA: JUNIO 2017	PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA	AUTOR DEL PROYECTO: CARLOS VAQUERO RODRÍGUEZ		FIRMA:

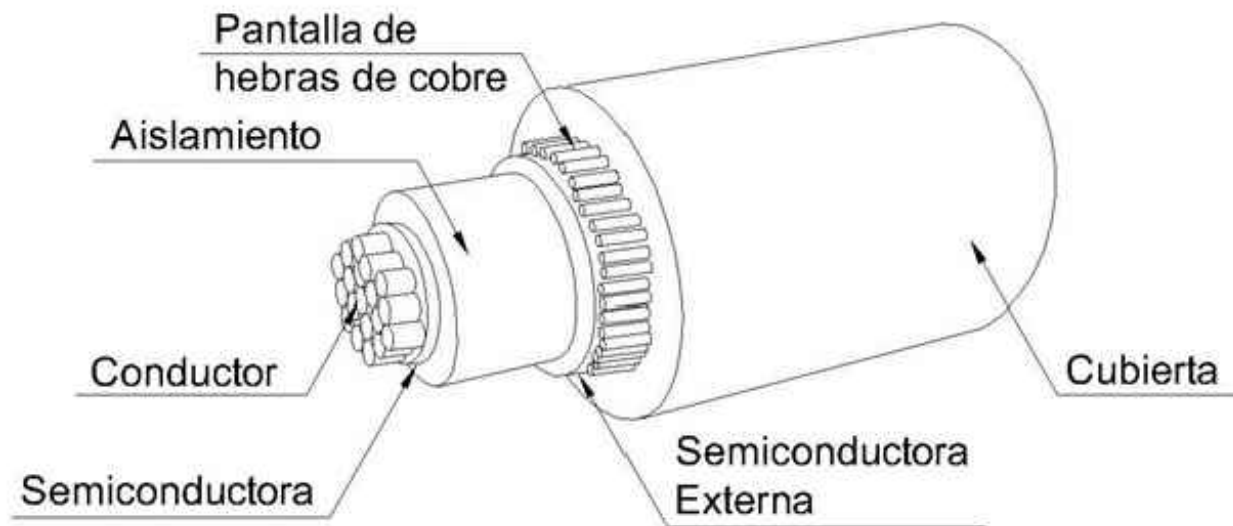


 UNIVERSIDAD DE SALAMANCA			
CÁLCULO DE LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PARA DAR SUMINISTRO ELÉCTRICO A UNA URBANIZACIÓN			
PLANO Nº: P.3	PLANO: DISTRIBUCION DE LA URBANIZACION		ESCALA: S/E
FECHA: JUNIO 2017	PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA	AUTOR DEL PROYECTO: CARLOS VAQUERO RODRÍGUEZ	FIRMA:

Empalmes de cables de media tensión

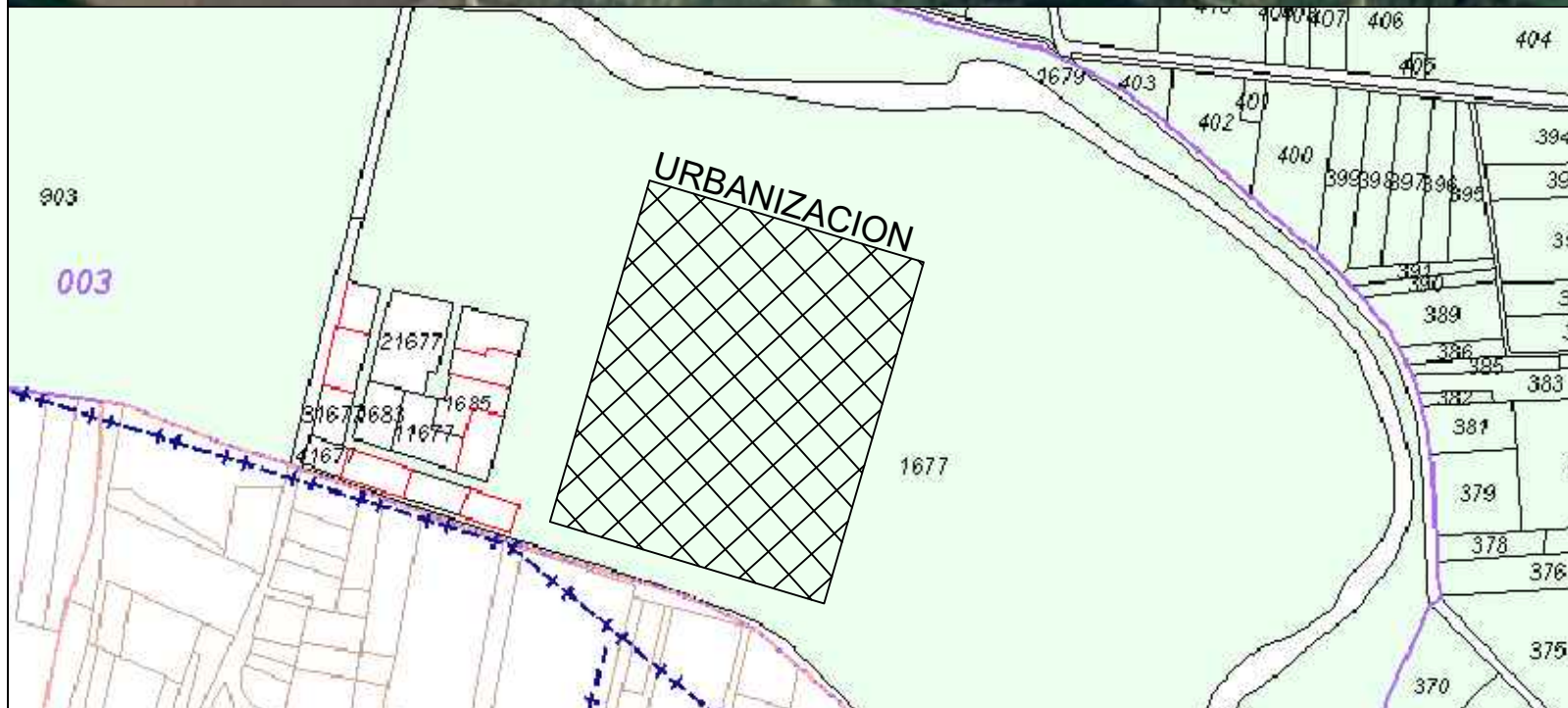




Sección de cables de media tensión



- Red de media tensión existente
- Red de media tensión a instalar

 UNIVERSIDAD DE SALAMANCA			
CÁLCULO DE LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PARA DAR SUMINISTRO ELÉCTRICO A UNA URBANIZACIÓN			
PLANO Nº: P.2	PLANO: RED DE MEDIA TENSIÓN		ESCALA: S/E
FECHA: JUNIO 2017	PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA	AUTOR DEL PROYECTO: CARLOS VAQUERO RODRÍGUEZ	FIRMA:



 UNIVERSIDAD DE SALAMANCA			
CÁLCULO DE LA RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN PARA DAR SUMINISTRO ELÉCTRICO A UNA URBANIZACIÓN			
PLANO Nº: P.1	PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		ESCALA: S/E
FECHA: JUNIO 2017	PETICIONARIO: UNIVERSIDAD DE SALAMANCA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ZAMORA	AUTOR DEL PROYECTO: CARLOS VAQUERO RODRÍGUEZ	FIRMA:



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

DOCUMENTO N° 5: BIBLIOGRAFÍA



“Cálculo de la red subterránea de baja tensión para dar suministro
eléctrico a una urbanización”

- **ÍNDICE: DOCUMENTO N°5: BIBLIOGRAFÍA**

1.1 PROGRAMAS INFORMATICOS	1
1.2 LIBROS Y DOCUMENTACIÓN	1



1 BIBLIOGRAFIA

1.1 PROGRAMAS INFORMATICOS

- AutoCAD 2016
- Office 2013 (Word, Excel, Powerpoint)
- Adobe Acrobat Pro

1.2 LIBROS Y DOCUMENTACIÓN

- Normas IBERDROLA
- Recomendaciones UNESA
- Normas UNE para Código Técnico de la edificación
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)
- Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión (RLAT)
- Instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT
- García Trasancos, José. Electrotecnia. 10ª ed. Paraninfo, 2010. ISBN:978-84-283-3194-4